

Solo los textos originales de la CEPE surten efectos jurídicos con arreglo al Derecho internacional público. La situación y la fecha de entrada en vigor del presente Reglamento deben verificarse en la última versión del documento de la CEPE «TRANS/WP.29/343», que puede consultarse en:

<http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29fdocstts.html>

Reglamento n° 90 de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE) — Disposiciones uniformes para la homologación de los conjuntos de forro de freno, los forros de freno de tambor, los discos y los tambores de repuesto para vehículos de motor y sus remolques

Incluye todo texto válido hasta:

Serie 02 de enmiendas — Fecha de entrada en vigor: 28 de octubre de 2011

ÍNDICE

1. Ámbito de aplicación
2. Definiciones
3. Solicitud de homologación
4. Homologación
5. Especificaciones y ensayos
6. Envasado y marcado
7. Modificaciones y extensión de la homologación de piezas de repuesto
8. Conformidad de la producción
9. Sanciones por no conformidad de la producción
10. Cese definitivo de la producción
11. Nombres y direcciones de los servicios técnicos responsables de realizar los ensayos de homologación y de las autoridades de homologación de tipo
12. Disposiciones transitorias

ANEXOS

- Anexo 1A — Comunicación relativa a la concesión, la extensión, la denegación o la retirada de la homologación, o al cese definitivo de la producción, de un conjunto de forro de freno de repuesto o de unos forros de freno de tambor de repuesto de conformidad con el Reglamento n° 90
- Anexo 1B — Comunicación relativa a la concesión, la extensión, la denegación o la retirada o al cese definitivo de la producción, de un disco o tambor de freno de repuesto de conformidad con el Reglamento n° 90
- Anexo 2 — Disposición de la marca y de los datos de homologación
- Anexo 3 — Requisitos aplicables a los conjuntos de forro de freno de repuesto para los vehículos de las categorías M₁, M₂ y N₁
- Anexo 4 — Requisitos aplicables a los conjuntos de forro de freno de repuesto y a los forros de freno de tambor de repuesto para los vehículos de las categorías M₃, N₂ y N₃
- Anexo 5 — Requisitos aplicables a los conjuntos de forro de freno de repuesto para los vehículos de las categorías O₁ y O₂
- Anexo 6 — Requisitos aplicables a los conjuntos de forro de freno de repuesto y a los forros de freno de tambor de repuesto para los vehículos de las categorías O₃ y O₄
- Anexo 7 — Requisitos aplicables a los conjuntos de forro de freno de repuesto para los vehículos de la categoría L

- Anexo 8 — Prescripciones técnicas para conjuntos de forro de freno de repuesto destinados al uso en sistemas de frenado de estacionamiento separados que sean independientes del sistema de frenado de servicio del vehículo
- Anexo 9 — Procedimientos adicionales especiales relativos a la conformidad de la producción
- Anexo 10 — Ilustraciones
- Anexo 11 — Requisitos aplicables a los discos o tambores de freno de repuesto correspondientes a los vehículos de las categorías M y N
- Anexo 12 — Requisitos aplicables a los discos/tambores de repuesto para los vehículos de la categoría O
- Anexo 13 — Modelo de informe de ensayo relativo a un disco/tambor de repuesto

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

- 1.1. El presente Reglamento se aplica a la función de frenado básica de las siguientes piezas de repuesto ⁽¹⁾:
- 1.1.1. Los conjuntos de forro de freno de repuesto destinados al uso en frenos de fricción que formen parte de un sistema de frenado de los vehículos de las categorías M, N, L y O que tengan una homologación de tipo conforme a los Reglamentos n° 13, n° 13-H o n° 78.
- 1.1.2. Forros de freno de tambor de repuesto diseñados para ser remachados en una zapata para su instalación y uso en vehículos de la categoría M₃, N₂, N₃, O₃ u O₄ que cuenten con una homologación de tipo conforme al Reglamento n° 13.
- 1.1.3. Los conjuntos de forro de freno de repuesto utilizados para sistemas de frenado de estacionamiento separados que sean independientes del sistema de frenado de servicio del vehículo solo estarán sujetos a las prescripciones técnicas definidas en el anexo 8 del presente Reglamento.
- 1.1.4. Los tambores y discos de freno de repuesto destinados al uso en frenos de fricción que formen parte de un sistema de frenado de los vehículos de las categorías M, N, L y O que tengan una homologación de tipo conforme a los Reglamentos n° 13 o n° 13-H.
- 1.2. Los discos y tambores de freno de origen, instalados al fabricarse el vehículo, y los discos y tambores de repuesto de origen, destinados a la reparación del vehículo, no forman parte del ámbito de aplicación del presente Reglamento.
- 1.3. El presente Reglamento no se aplica a las piezas especiales definidas en el apartado 2.3.4.

2. DEFINICIONES

2.1. Definiciones generales

- 2.1.1. «Fabricante»: la organización que asume la responsabilidad técnica de los conjuntos de forro de freno, los forros de freno de tambor o los tambores y discos de freno, y que puede demostrar la posesión de los medios necesarios para conseguir la conformidad de la producción.
- 2.1.2. «Pieza de repuesto»: un tipo de conjunto de forro de freno de repuesto, un tipo de forro de freno de tambor de repuesto, un forro de freno de tambor de repuesto, un tambor de freno de repuesto o un disco de freno de repuesto.
- 2.1.3. «Pieza de origen»: un forro de freno de origen, un conjunto de forro de freno de origen, un forro de freno de tambor de origen, un tambor de freno de origen o un disco de freno de origen.

⁽¹⁾ No se aplica a posibles funciones adicionales de las piezas de repuesto, como por ejemplo la detección de la velocidad en el caso de dispositivos de detección de la velocidad integrados o el guiado de las ruedas en el caso de cubos integrados.

- 2.2. Definiciones relativas a la homologación de un tipo de conjunto de forro de freno de repuesto, un tipo de forro de freno de tambor de repuesto o un forro de freno de tambor de repuesto.
- 2.2.1. «Sistema de frenado»: lo indicado en el Reglamento n° 13, apartado 2.3, el Reglamento n° 13-H, apartado 2.3, o el Reglamento n° 78, apartado 2.5.
- 2.2.2. «Freno de fricción»: la parte del sistema de frenado en la que se generan las fuerzas que se oponen al movimiento del vehículo mediante la fricción entre el forro de los frenos y el disco o tambor de la rueda que se mueven el uno en relación con el otro.
- 2.2.3. «Conjunto de forro de freno»: el componente de un freno de fricción que es oprimido contra el tambor o disco para generar la fuerza de fricción.
- 2.2.3.1. «Conjunto de zapata»: el conjunto de forro de freno de un freno de tambor.
- 2.2.3.1.1. «Zapata»: el componente de un conjunto de zapata que lleva los forros de freno.
- 2.2.3.2. «Conjunto de cojinete»: el conjunto de forro de freno de un freno de disco.
- 2.2.3.2.1. «Contraplato»: el componente del conjunto de cojinete que lleva el forro del freno.
- 2.2.3.3. «Forro de freno»: el componente material de fricción con la forma y la dimensión final que debe instalarse en la zapata o el contraplato.
- 2.2.3.4. «Forro de freno de tambor»: el forro de freno de un freno de tambor.
- 2.2.3.5. «Material de fricción»: el producto de una mezcla específica de materiales y procesos que en conjunción determinan las características de los forros de los frenos.
- 2.2.4. «Tipo de forro de freno»: la categoría de forros de freno cuyo material de fricción posee características que no varían.
- 2.2.5. «Tipo de conjunto de forro de freno»: los juegos de conjuntos de forro de freno que no difieren en el tipo de forro de freno, las dimensiones o las características funcionales.
- 2.2.6. «Tipo de forro de freno de tambor»: los juegos de componentes de forro de freno que, una vez instalados en la zapatas, no difieren en el tipo de forros del freno, las dimensiones o las características funcionales.
- 2.2.7. «Forro de freno de origen»: tipo de forro de freno mencionado en la documentación de homologación de tipo del vehículo, con arreglo al Reglamento n° 13, anexo 2, punto 8.1.1, al Reglamento n° 13-H, anexo 1, punto 7.1 ⁽¹⁾ o al Reglamento n° 78, anexo 1, punto 5.4.
- 2.2.8. «Conjunto de forro de freno de origen»: el conjunto de forro de freno que se ajusta a los datos adjuntos en la documentación de homologación de tipo del vehículo.
- 2.2.9. «Conjunto de forro de freno de repuesto»: el conjunto de forro de freno de un tipo homologado con arreglo al presente Reglamento como pieza de repuesto adecuada para un conjunto de forro de freno de origen.

⁽¹⁾ Si estos forros de frenos no están disponibles en el mercado, como alternativa pueden utilizarse los forros de frenos que figuran en el punto 8.2.

- 2.2.10. «Forro de freno de tambor de origen»: el forro de freno de tambor que se ajusta a los datos adjuntos en la documentación de homologación de tipo del vehículo.
- 2.2.11. «Forro de freno de tambor de repuesto»: el forro de freno de tambor de un tipo homologado con arreglo al presente Reglamento como pieza de repuesto adecuada una vez instalada en una zapata para un forro de freno de tambor de origen.
- 2.2.12. «Conjunto de forro de freno de estacionamiento»: el conjunto de cojinete o de zapata de un sistema de frenos de estacionamiento separado e independiente del sistema de frenos de servicio.
- 2.3. Definiciones relativas a la homologación de un tambor de freno de repuesto o un disco de freno de repuesto.
- 2.3.1. «Disco de freno/tambor de freno de origen»
- 2.3.1.1. En el caso los vehículos de motor, se trata de un disco/tambor de freno cubierto por la homologación de tipo del sistema de frenado del vehículo conforme a los Reglamentos nº 13 o nº 13-H.
- 2.3.1.2. En el caso de remolques:
- a) se trata de un disco/tambor de freno cubierto por la homologación de tipo del sistema de frenado del vehículo conforme al Reglamento nº 13;
- b) se trata de un disco/tambor de freno que forma parte de un freno con respecto al cual el fabricante posee un informe de ensayo conforme al anexo 11 del Reglamento nº 13.
- 2.3.2. «Código de identificación»: identifica a los discos o tambores de freno cubiertos por la homologación del sistema de frenado conforme a los Reglamentos nº 13 y nº 13-H. Contiene al menos la marca o denominación comercial del fabricante y un número de identificación.
- A petición del servicio técnico o de la autoridad de homologación, el fabricante del vehículo proporcionará la información necesaria que vincule la homologación de tipo del sistema de frenado y el código de identificación correspondiente.
- 2.3.3. Piezas de repuesto
- 2.3.3.1. «Discos de freno y tambores de freno de repuesto de origen»: discos de freno/tambores de freno de origen destinados a la reparación del vehículo y que llevan un código de identificación definido en el apartado 2.3.2 colocado de forma que sea indeleble y claramente legible.
- 2.3.3.2. «Disco de freno idéntico»: disco de freno de repuesto que es idéntico química y físicamente bajo todos los puntos de vista, excepto la marca del fabricante del vehículo, al disco de freno de origen.
- 2.3.3.3. «Tambor de freno idéntico»: tambor de freno de repuesto que es idéntico química y físicamente bajo todos los puntos de vista, excepto la marca del fabricante del vehículo, al tambor de freno de origen.
- 2.3.3.4. «Disco de freno equivalente»: disco de freno de repuesto que es idéntico al disco de freno de origen con respecto a todas las dimensiones, características geométricas y diseño básico, y que también pertenece al mismo subgrupo de materiales que el disco de freno de origen definido en el apartado 5.3.3.2.
- 2.3.3.5. «Tambor de freno equivalente»: tambor de freno de repuesto que es idéntico al tambor de freno de origen con respecto a todas las dimensiones, características geométricas y diseño básico, y que también pertenece al mismo subgrupo de materiales que el tambor de freno de origen definido en el apartado 5.3.3.2.

- 2.3.3.6. «Disco de freno intercambiable»: disco de freno de repuesto que tiene las mismas dimensiones de superficie de contacto que el disco de freno de origen pero que puede diferenciarse de este por su diseño, la composición de los materiales o las propiedades mecánicas.
- 2.3.3.7. «Tambor de freno intercambiable»: tambor de freno de repuesto que tiene las mismas dimensiones de superficie de contacto que el tambor de freno de origen pero que puede diferenciarse de este por su diseño, la composición de los materiales o las propiedades mecánicas.
- 2.3.4. «Disco/tambor de freno especial»: disco/tambor de freno de repuesto no contemplado en los apartados 2.3.1 a 2.3.3.
- 2.3.5. «Dimensiones funcionales»: todas las medidas que son pertinentes con respecto a la instalación y el funcionamiento de los componentes del sistema de frenado (véase el apartado 5.3.7.1 y el anexo 10).
- 2.3.6. «Tipo de disco/tambor de freno»: discos o tambores de freno que tienen el mismo diseño básico y el mismo grupo de materiales con arreglo a los criterios de clasificación previstos en los apartados 5.3.5.1 o 5.3.5.2, según corresponda.
- 2.3.7. «Grupo de ensayo»: tipo de discos/tambores de freno que tienen las mismas características con arreglo al apartado 5.3.6.
- 2.3.8. «Variante»: disco/tambor de freno concreto perteneciente a un grupo de ensayo determinado.
- 2.3.9. «Material»: composición química y propiedades mecánicas con arreglo al apartado 3.4.1.2.
- 2.3.10. «Grupo de materiales»: por ejemplo, fundición gris, acero, aluminio, etc.
- 2.3.11. «Subgrupo de materiales»: uno de los subgrupos definidos en el apartado 5.3.3.2.
- 2.3.12. «Grosor mínimo»: el grosor del disco de freno en el que es necesario sustituirlo.
- 2.3.13. «Diámetro interior máximo»: el diámetro interior máximo del tambor de freno es el punto en el que es necesario sustituirlo.

3. SOLICITUD DE HOMOLOGACIÓN

- 3.1. El fabricante de la pieza de repuesto, o su representante autorizado, presentará la solicitud de homologación de una pieza de repuesto destinada a uno o varios tipos específicos de vehículos.
- 3.2. Podrá presentar una solicitud el titular de una o varias homologaciones de tipo de vehículo con arreglo a los Reglamentos n^o 13 o n^o 13-H o al Reglamento n^o 78 con respecto a una pieza de repuesto que se ajuste al tipo especificado en la documentación de la homologación u homologaciones de tipo de vehículo.
- 3.3. En el caso de una solicitud relativa a la homologación de un tipo de conjunto de forro de freno de repuesto, un tipo de forro de freno de tambor de repuesto o un forro de freno de tambor de repuesto:
 - 3.3.1. La solicitud de homologación irá acompañada, por triplicado, de una descripción del conjunto de forro de freno de repuesto o los forros de freno de tambor de repuesto referente a los puntos especificados en el anexo 1 del presente Reglamento, y de los siguientes detalles:
 - 3.3.1.1. Diagramas que muestren las dimensiones funcionales del conjunto de forro de freno de repuesto o de los forros de freno de tambor de repuesto.

- 3.3.1.2. Una indicación de las posiciones del conjunto de forro de freno de repuesto o de los forros de freno de tambor de repuesto en los vehículos para los que se solicita la homologación a efectos de instalación.
- 3.3.2. Se facilitarán los conjuntos de forro de freno o forros de freno de tambor cuya homologación se solicita en la cantidad necesaria para realizar los ensayos de homologación.
- 3.3.3. El solicitante se pondrá de acuerdo con el servicio técnico responsable de realizar los ensayos de homologación y pondrá a su disposición el vehículo o vehículos y/o el freno o frenos representativos oportunos.
- 3.3.4. La autoridad competente comprobará la existencia de disposiciones adecuadas que garanticen un control eficaz de la conformidad de la producción previamente a la concesión de la homologación.
- 3.3.4.1. El solicitante presentará los valores para el comportamiento de fricción de conformidad con el anexo 9, parte A, punto 2.4.1 o 3.4.1 del presente Reglamento.
- 3.4. En el caso de una solicitud relativa a la homologación de un tambor de freno de repuesto o de un disco de freno de repuesto:
- 3.4.1. La solicitud de homologación irá acompañada, por triplicado, de una descripción del tambor de freno de repuesto o de un disco de freno de repuesto referente a los puntos especificados en el anexo 1B del presente Reglamento, y de los siguientes datos:
- 3.4.1.1. Dibujo(s) del disco o del tambor, incluidas las dimensiones de las características mencionadas en el apartado 5.3.7.1, junto con las tolerancias, e indicación de los accesorios adjuntos:
- a) el emplazamiento y la naturaleza del marcado con arreglo al apartado 6.2.2 — dimensiones en mm;
 - b) el peso en gramos;
 - c) el material.
- 3.4.1.2. Descripción de los componentes
- El fabricante proporcionará una descripción de los componentes que contenga al menos la información siguiente:
- a) el fabricante de la pieza bruta;
 - b) una descripción del proceso de fabricación de la pieza bruta;
 - c) prueba de la fiabilidad del proceso (por ejemplo, ausencia de fisuras y oquedades, dimensiones);
 - d) composición del material, más concretamente:
 - i) composición química,
 - ii) microestructura,
 - iii) propiedades mecánicas:
 - a) dureza Brinell con arreglo a ISO 6506-1:2005;
 - b) resistencia a la tracción con arreglo a ISO 6892:1998;

- e) protección contra la corrosión o protección de la superficie;
- f) descripción de las medidas de equilibrado, máximo error de equilibrado admisible;
- g) grado de desgaste permitido (grosor mínimo en el caso de los discos de freno o diámetro interior máximo en el caso de los tambores de freno).

El solicitante proporcionará la información y las especificaciones descritas en el anexo 9, parte B, punto 2.5, del presente Reglamento.

3.4.2. Conformidad de la producción

La autoridad competente deberá verificar que existen las condiciones adecuadas para garantizar un control eficaz de la conformidad de la producción antes de conceder la homologación.

3.4.2.1. El solicitante proporcionará la documentación con arreglo a lo dispuesto en el anexo 9, parte B, punto 2, del presente Reglamento.

3.4.3. Número de muestras y utilización de estas

3.4.3.1. Se proporcionará un número mínimo de muestras de disco o de tambor (del diseño para el que se solicita la homologación), conforme a lo dispuesto en el cuadro siguiente.

En él también se indica la utilización recomendada de las muestras.

Elemento nº	Comprobación/ensayo	Nº de muestras						Observaciones
		1	2	3	4	5	6	
1	Comprobación geométrica Apartados 5.3.3.1, 5.3.4.1	x	x	x	x	x	x	
2	Comprobación del material Apartados 5.3.3.2, 5.3.4.2	x	x					
3	Comprobación de las disposiciones sobre equilibrado Apartado 5.3.7.2			x	x	x	x	
4	Comprobación del marcado en relación con el grado de desgaste Apartado 5.3.7.3			x	x	x	x	
5	Ensayo de integridad: fatiga térmica Puntos 4.1.1, 4.2.1 del anexo 11, y 4.1.1, 4.2.1 del anexo 12				x	x		
6	Ensayo de integridad: ensayo de carga elevada Puntos 4.1.2, 4.2.2 del anexo 11, y 4.1.2, 4.2.2 del anexo 12			x				
7	Ensayo de eficacia del freno de servicio en vehículo Punto 2.2 del anexo 11, punto 2.2 del anexo 12						Par de discos	Eje delantero o bien trasero

Elemento n°	Comprobación/ensayo	N° de muestras						Observaciones
		1	2	3	4	5	6	
8	Ensayo de eficacia del freno de estacionamiento en vehículo Punto 2.3 del anexo 11, punto 2.3 del anexo 12						Par de discos	Si procede
9	Ensayo de eficacia del freno de servicio en dinamómetro Punto 3.3 del anexo 11, punto 3.3 del anexo 12						x	En lugar del ensayo en vehículo

- 3.4.3.2. Cada disco y tambor distinto de los utilizados para las comprobaciones geométrica y del material irá acompañado del número apropiado de conjuntos de forro de freno adecuados que hayan sido homologados conforme a los Reglamentos n° 13, n° 13-H o n° 90.
- 3.4.3.3. En el caso de que se requiera efectuar una comparación con el disco o tambor de freno de origen, se proporcionará un juego, destinado a un eje, de discos o tambores de freno de origen, según proceda.
- 3.4.3.4. En aquellos casos en que se solicite la homologación de un disco o tambor de freno de repuesto equivalente, se proporcionarán dos muestras de discos/tambores de freno de origen o discos/tambores de freno de repuesto de origen con el fin de comparar las dimensiones y el material.
- 3.4.3.5. En aquellos casos en que se solicite la homologación de un disco o tambor de freno de repuesto intercambiable, se proporcionarán dos muestras de discos/tambores de freno de origen o discos/tambores de freno de repuesto de origen con el fin de comparar las dimensiones.

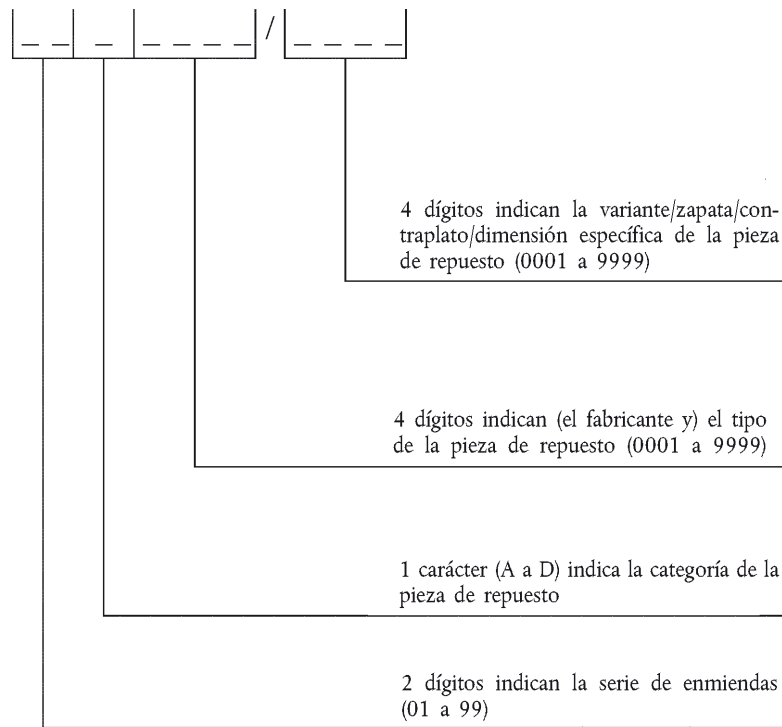
4. HOMOLOGACIÓN

- 4.1. Si la pieza de repuesto presentada para su homologación con arreglo al presente Reglamento cumple las prescripciones establecidas en el apartado 5, se concederá la homologación de dicha pieza de repuesto.
- 4.1.1. En el caso de los conjuntos de forro de freno de repuesto para vehículos de la categoría L con un sistema de frenado combinado en el sentido del apartado 2.9 del Reglamento n° 78, la homologación debe restringirse a la combinación o a las combinaciones de conjuntos de forro de freno en los ejes del vehículo objeto del ensayo con arreglo al anexo 7 del presente Reglamento.
- 4.2. Se asignará a cada pieza de repuesto homologada un número de homologación formado por cuatro grupos de dígitos:
- 4.2.1. Los dos primeros dígitos (actualmente 02 para el Reglamento en la serie 02 de enmiendas) indicarán la serie de enmiendas que incluya los cambios técnicos importantes más recientes introducidos en el Reglamento en el momento en que se expidió la homologación.
- 4.2.2. El carácter único siguiente indicará la categoría de pieza de repuesto como se indica a continuación:
- A conjunto de forro de freno de repuesto
- B forro de freno de tambor de repuesto
- C disco de freno de repuesto
- D tambor de freno de repuesto

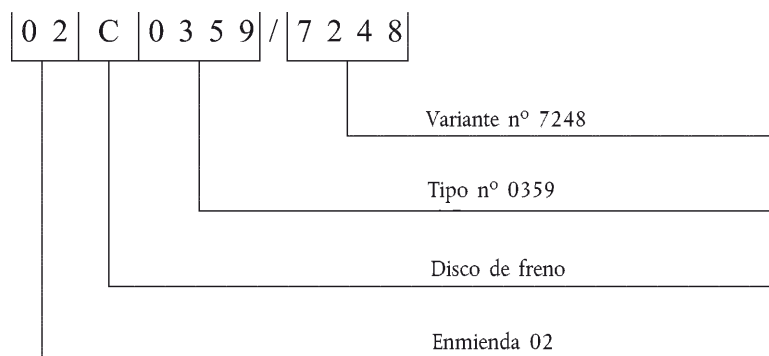
4.2.3. Los cuatro dígitos siguientes indicarán el fabricante y el tipo de forro de freno, disco o tambor.

Un sufijo de cuatro dígitos indicará:

- a) la zapata o contraplato o la dimensión específica en el caso de forros de freno de tambor;
- b) la variante en el caso de un disco o tambor de repuesto.



Ejemplo:



4.3. La misma Parte contratante no podrá asignar el mismo número a otra pieza de repuesto. El mismo número de homologación de tipo podrá aplicarse al uso de dicha pieza de repuesto en varios tipos de vehículos diferentes.

4.4. La notificación de la concesión, extensión, denegación o retirada de la homologación, o del cese definitivo de la producción de una pieza de repuesto de conformidad con el presente Reglamento se comunicará a las Partes del Acuerdo de 1958 que apliquen el presente Reglamento por medio de un formulario conforme al modelo que figura en el anexo 1 del presente Reglamento.

- 4.5. Se colocará en lugar bien visible y de fácil acceso, a cada pieza de repuesto homologada con arreglo al presente Reglamento, una marca internacional de homologación compuesta por:
- 4.5.1. la letra «E» dentro de un círculo, seguida del número que identifica al país que ha concedido la homologación ⁽¹⁾;
- 4.5.2. el número del presente Reglamento, seguido de la letra «R», un guion y el número de homologación a la derecha del círculo a que se refiere el apartado 4.5.1.
- 4.6. La marca de homologación contemplada en el apartado 4.5 será indeleble y fácilmente legible.
- 4.7. En el anexo 2 del presente Reglamento figuran ejemplos de la marca de homologación y demás datos mencionados anteriormente y en el apartado 6.5 que figura más adelante.
5. PRESCRIPCIONES Y ENSAYOS
- 5.1. Generalidades
- Las piezas de repuesto estarán diseñadas y fabricadas de forma que, cuando sustituyan a las piezas instaladas de origen en el vehículo, la eficiencia de frenado del mismo concuerde con el del tipo de vehículo homologado.
- En concreto:
- a) Las piezas de repuesto destinadas a un tipo de vehículo homologado con arreglo al Reglamento n° 13, serie 09 de enmiendas, o la versión original del Reglamento n° 13-H o el Reglamento n° 78, serie 01 de enmiendas, responderán como mínimo al nivel del Reglamento antes citado que corresponda.
- b) Las piezas de repuesto presentarán características de eficacia similares a las de las piezas de origen a las que están destinadas a sustituir.
- c) Las piezas de repuesto deben tener unas características mecánicas adecuadas.
- d) Los forros de freno no contendrán amianto.
- e) Los discos/tambores de freno de repuesto presentarán suficiente resistencia a la deformación bajo temperatura.
- f) El grosor mínimo del disco de freno no será inferior al grosor mínimo del disco de freno de origen especificado por el fabricante del vehículo.
- g) El diámetro interior máximo admisible del tambor de freno no será mayor que el del tambor de freno de origen especificado por el fabricante del vehículo.
- 5.1.1. Se considera que los conjuntos de forro de freno de repuesto o los forros de freno de tambor de repuesto que se ajustan al tipo especificado en la documentación de homologación de tipo del vehículo conforme a los Reglamentos n° 13, n° 13-H o n° 78 cumplen los requisitos del apartado 5 del presente Reglamento.

⁽¹⁾ Los números de identificación de las Partes contratantes del Acuerdo de 1958 figuran en el anexo 3 de la Resolución consolidada sobre la construcción de vehículos (R.E.3), documento ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.2/Amend.1.

- 5.1.2. Se considera que los discos y tambores de repuesto que se ajustan al código de identificación especificado en la documentación de homologación de tipo del vehículo con arreglo a los Reglamentos nº 13 o nº 13-H cumplen los requisitos del apartado 5 del presente Reglamento.
- 5.2. Requisitos relativos a la homologación de un tipo de conjunto de forro de freno de repuesto, un tipo de forro de freno de tambor de repuesto o un forro de freno de tambor de repuesto.
- 5.2.1. Requisitos de eficacia
- 5.2.1.1. Conjuntos de forro de freno de repuesto para vehículos de las categorías M₁, M₂ y N₁
- Al menos un juego de conjuntos de forro de freno de repuesto, que represente al tipo de forros que debe homologarse, se instalará y se ensayará en un vehículo, como mínimo, que sea representativo del tipo de vehículo para el que se pide la homologación, según las prescripciones del anexo 3, y cumplirá los requisitos declarados en ese anexo. El vehículo o vehículos representativos se seleccionará entre la gama de vehículos que utiliza estos forros, mediante un análisis del caso más desfavorable ⁽¹⁾. Para la sensibilidad a la velocidad y la equivalencia de la eficacia en frío se recurrirá a uno de los dos métodos descritos en el anexo 3.
- 5.2.1.2. Conjuntos de forro de freno de repuesto y forros de freno de tambor de repuesto para los vehículos de las categorías M₃, N₂ y N₃
- Al menos un juego de conjuntos de forro de freno de repuesto o forros de freno de tambor de repuesto, que represente el tipo de forros que debe homologarse, se instalará y se ensayará, como mínimo, en un vehículo o en un freno que sea representativo del tipo de vehículo para el que se pide la homologación, según las prescripciones del anexo 4, utilizando uno de los dos métodos descritos en el punto 1 (ensayo en vehículo) o en el punto 2 (ensayo en dinamómetro de inercia) y cumplirá los requisitos declarados en ese anexo. El vehículo o vehículos o el freno o frenos representativos se seleccionará entre la gama de vehículos que utiliza estos forros, mediante un análisis del caso más desfavorable ⁽¹⁾.
- 5.2.1.3. Conjuntos de forro de freno de repuesto para vehículos de las categorías O₁ y O₂
- Los conjuntos de forro de freno de repuesto serán ensayados de conformidad con las prescripciones del anexo 5 y deberán cumplir los requisitos de dicho anexo.
- 5.2.1.4. Conjuntos de forro de freno de repuesto y forros de freno de tambor de repuesto para los vehículos de las categorías O₃ y O₄
- Los conjuntos de forro de freno de repuesto y los forros de freno de tambor de repuesto serán ensayados de conformidad con las prescripciones del anexo 6 y deberán cumplir los requisitos de dicho anexo. Para los ensayos, se utilizará uno de los tres métodos descritos en el punto 3 del apéndice 2 del anexo 11 del Reglamento nº 13.
- 5.2.1.5. Conjuntos de forro de freno de repuesto para los vehículos de la categoría L
- Al menos un juego de conjuntos de forro de freno de repuesto, que represente al tipo de forros que debe homologarse, se instalará y se ensayará en un vehículo, como mínimo, que sea representativo del tipo de vehículo para el que se pide la homologación, según las prescripciones del anexo 7, y cumplirá los requisitos declarados en ese anexo. El vehículo o vehículos representativos se seleccionará entre la gama de vehículos que utiliza estos forros, mediante un análisis del caso más desfavorable ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ El análisis del caso más desfavorable debe incluir las siguientes características técnicas (como mínimo) de cada tipo de vehículo en la gama de aplicaciones:

- a) Diámetro de rotor
- b) Grosor del rotor
- c) Rotor ventilado o macizo
- d) Diámetro del pistón
- e) Radio dinámico del neumático
- f) Masa del vehículo
- g) Masa del eje y porcentaje del esfuerzo de frenado del eje
- h) Velocidad máxima del vehículo

En el informe de ensayo se especificarán las condiciones del mismo.

5.2.2. Características mecánicas

5.2.2.1. Conjuntos de forro de freno de repuesto para vehículos de las categorías M₁, M₂, N₁, O₁, O₂ y L

5.2.2.1.1. Se ensayará, o bien según la norma ISO 6312:1981, o bien según la norma ISO 6312:2001, la resistencia a la rotura de los conjuntos de forro de freno de repuesto del tipo que se quiera homologar.

La resistencia mínima a la rotura que se aceptará en los conjuntos de cojinete es de 250 N/cm² y en los conjuntos de zapata 100 N/cm².

5.2.2.1.2. La capacidad de compresión de los conjuntos de forro de freno de repuesto del tipo que se quiera homologar se someterá a ensayo con arreglo a la norma ISO 6310:1981, ISO 6310:2001 o ISO 6310:2009.

La capacidad de compresión no deberá superar el 2 % a temperatura ambiente ni el 5 % a 400 °C en el caso de los conjuntos de cojinete, ni el 2 % a temperatura ambiente ni el 4 % a 200 °C en el caso de los conjuntos de zapata. Este requisito no es aplicable a los conjuntos de forro de freno de estacionamiento.

5.2.2.2. Conjuntos de forro de freno de repuesto y forros de freno de tambor de repuesto para los vehículos de las categorías M₃, N₂, N₃, O₃ y O₄

5.2.2.2.1. Resistencia a la rotura

Este ensayo solo es aplicable a los conjuntos de cojinete de los frenos de disco.

Se ensayará, o bien según la norma ISO 6312:1981, o bien según la norma ISO 6312:2001, la resistencia a la rotura de los conjuntos de forro de freno de repuesto del tipo que se quiera homologar. Los conjuntos de forro de freno pueden dividirse en dos o tres partes para adaptarse a la capacidad de la máquina de ensayo.

La resistencia mínima a la rotura es de 250 N/cm².

5.2.2.2.2. Capacidad de compresión

La capacidad de compresión de los conjuntos de forro de freno de repuesto y de los forros de freno de tambor de repuesto del tipo que se quiera homologar se someterá a ensayo con arreglo a la norma ISO 6310:1981, ISO 6310:2001 o ISO 6310:2009. Pueden utilizarse probetas planas según la muestra tipo I.

La capacidad de compresión no deberá superar el 2 % a temperatura ambiente y el 5 % a 400 °C en el caso de los conjuntos de cojinete y el 2 % a temperatura ambiente y el 4 % a 200 °C en el caso de los conjuntos de zapata y los forros de freno de tambor.

5.2.2.2.3. Dureza del material ⁽¹⁾

Este requisito es aplicable a los conjuntos de forro de freno y a los forros de freno de tambor.

Se ensayará según la norma ISO 2039-2:1987 la dureza de los conjuntos de forro de freno de repuesto y de los forros de freno de tambor de repuesto del tipo que se quiera homologar.

El índice de dureza para el material de fricción en la superficie de frotamiento será el valor medio de cinco forros de muestra de diferentes lotes de producción (si se dispone de ellos) tomando cinco medidas en diferentes lugares de cada forro de freno.

⁽¹⁾ Este ensayo se incluye a efectos de la conformidad de la producción. Los valores mínimos y las tolerancias deben acordarse con el servicio técnico.

5.3. Requisitos técnicos relativos a la homologación de un tambor de freno de repuesto o un disco de freno de repuesto

Todas las piezas de repuesto se clasificarán en cuatro grupos:

- a) disco/tambor de freno de repuesto de origen;
- b) disco/tambor de freno idéntico;
- c) disco/tambor equivalente;
- d) disco/tambor intercambiable.

Dependiendo de su grupo, el disco o tambor de freno de repuesto ha de superar los siguientes ensayos:

	Ensayos de eficacia conforme a los Reglamentos nº 13/13-H (tipo 0, I, II, etc.)	Ensayo de comparación con las propiedades dinámicas de rozamiento de la pieza de origen	Ensayos de integridad (carga elevada y fatiga térmica)
Piezas de repuesto de origen	No	No	No
Piezas idénticas	No	No	No
Piezas equivalentes	No	No	Ensayo en dinamómetro
Piezas intercambiables	Ensayo en vehículo o bien ensayo en dinamómetro	Ensayo en vehículo o bien ensayo en dinamómetro	Ensayo en dinamómetro

En el anexo 11 se detallan los requisitos relativos al ensayo de los discos y tambores de freno destinados a vehículos de las categorías M y N.

En el anexo 12 se detallan los requisitos relativos al ensayo de los discos y tambores de freno destinados a vehículos de la categorías O.

5.3.1. Discos/tambores de freno de repuesto de origen

- 5.3.1.1. Los discos/tambores de freno de repuesto de origen están excluidos del ámbito de aplicación del presente Reglamento a condición de que lleven un código de identificación, definido en el apartado 2.3.2, puesto de manera que sea indeleble y fácilmente legible.

5.3.2. Discos/tambores de freno idénticos

- 5.3.2.1. El solicitante de una homologación demostrará a la autoridad de homologación que suministra los discos o tambores de freno al fabricante de vehículos como equipo de origen de los vehículos/ejes/frenos mencionados en el anexo 1B, punto 4. En particular, los discos o tambores de freno se fabricarán con los mismos sistemas de fabricación y de aseguramiento de la calidad y en las mismas condiciones que las piezas de origen, conforme a lo dispuesto en el apartado 2.3.1.

- 5.3.2.2. Como los discos/tambores de freno idénticos cumplen los mismos requisitos que la pieza de origen, no se prescriben requisitos en materia de ensayo.

5.3.3. Discos o tambores de repuesto equivalentes

5.3.3.1. Requisitos geométricos

Los discos o tambores de freno serán idénticos al disco o tambor de freno de origen en lo referente a la totalidad de las dimensiones, de las características geométricas y del diseño básico.

5.3.3.1.1. En el caso de los discos, se cumplirán los siguientes valores máximos:

	M ₁ , N ₁ , O ₁ , O ₂	M ₂ , M ₃ , N ₂ , N ₃ , O ₃ , O ₄
Variación del grosor	0,015 mm	0,030 mm
Variación del grosor de las paredes del disco (solo para discos ventilados)	1,5 mm	2,0 mm
Desviación lateral de la superficie de fricción	0,050 mm (*)	0,15 mm (*)
Variación de la cavidad interior de centrado	H9	H9
Paralelismo de la campana	0,100 mm	0,100 mm
Planicidad de la cara de apoyo	0,050 mm	0,050 mm
Rugosidad de la superficie de fricción (**)	3,2 µm	3,2 µm

(*) No aplicable en el caso de un disco flotante.

(**) Valor Ra conforme a ISO 1302:2002.

5.3.3.1.2. En el caso de los tambores, se cumplirán los siguientes valores máximos:

	M ₁ , N ₁ , O ₁ , O ₂	M ₂ , M ₃ , N ₂ , N ₃ , O ₃ , O ₄
Desviación radial de la superficie de fricción	0,050 mm	0,100 mm
Variación de la cavidad interior de centrado	H9	H9
Ovalidad	0,040 mm	0,150 mm
Planicidad de la cara de apoyo	0,050 mm	0,050 mm
Rugosidad de la superficie de fricción (*)	3,5 µm	3,5 µm

(*) Valor Ra conforme a ISO 1302:2002.

5.3.3.2. Requisitos relativos a los materiales y requisitos metalúrgicos

Para que sea considerado equivalente, el disco o tambor de freno de repuesto estará hecho del mismo subgrupo de materiales que el disco o tambor de freno de origen. Se establecen cuatro subgrupos de materiales para las piezas de origen

	Norma para el ensayo	Subgrupo 1 Fundición gris DIN EN 1561 EN-GJL-200	Subgrupo 2 Fundición gris de alto contenido en carbono EN-GJL-150	Subgrupo 3 Fundición aleada de alto contenido en carbono	Subgrupo 4 Fundición no aleada de alto contenido en carbono
Contenido en carbono (%)		3,20-3,60	3,60-3,90	3,55-3,90	3,60-3,90
Contenido en silicio (%)		1,70-2,30	1,60-2,20	1,60-2,20	1,60-2,20
Contenido en manganeso (%)		Mín. 0,40	Mín. 0,40	Mín. 0,40	Mín. 0,40
Contenido en cromo (%)		Máx. 0,35	Máx. 0,35	0,30-0,60	Máx. 0,25
Contenido en cobre (%)		—	0,30-0,70	0,30-0,70	Máx. 0,40
Dureza Brinell	ISO 6506-1:2005	190-248	160-210	180-230	160-200
Resistencia a la tracción (N/mm ²)	ISO 6892:1998	Mín. 220	Mín. 160	Mín. 170	Mín. 150

5.3.3.3. Requisitos de eficacia

La pieza deberá superar los ensayos de integridad correspondientes a la carga elevada y la fatiga térmica conforme a los anexos 11 y 12.

5.3.4. Discos o tambores de freno de repuesto intercambiables

5.3.4.1. Requisitos geométricos

Con arreglo a lo dispuesto en los apartados 5.3.3.1.1 y 5.3.3.1.2, más las mismas dimensiones de la interfaz.

Los discos o tambores de freno de repuesto intercambiables podrán diferenciarse del disco de origen en características de diseño tales como:

- a) el tipo y la geometría de la ventilación (para los discos ventilados);
- b) la estructura integral o compuesta del disco o tambor;
- c) el acabado de la superficie (por ejemplo, orificios, ranuras, etc.).

5.3.4.2. Requisitos de eficacia

La pieza deberá superar los siguientes ensayos de eficacia con arreglo a los anexos 11 y 12:

- a) el ensayo de eficacia con arreglo a los Reglamentos n° 13 o n° 13-H;
- b) el ensayo de comparación con las propiedades dinámicas de rozamiento de la pieza de origen;
- c) los ensayos de integridad correspondientes a la carga elevada y la fatiga térmica.

5.3.5. Tipo

Los discos/tambores que no se diferencien desde el punto de vista de sus características principales, detalladas a continuación, serán considerados como pertenecientes a un mismo tipo en el marco de un informe o de una homologación.

5.3.5.1. Criterios relativos al tipo correspondientes a los discos de freno

5.3.5.1.1. Diseño básico:

- a) con/sin ventilación (por ejemplo, macizo, ventilado);
- b) diseño de la ventilación;
- c) superficie (por ejemplo, con o sin ranuras u orificios);
- d) cubo (con o sin tambor de freno de estacionamiento integrado);
- e) montaje (rígido, semiflotante, flotante, etc.);
- f) campana (con o sin tambor de freno de estacionamiento integrado);

5.3.5.1.2. Grupo de materiales

Se considera que todos los grupos de materiales (incluidos sus subgrupos respectivos) representan tipos distintos.

- 5.3.5.1.2.1. Fundición
- 5.3.5.1.2.2. Acero
- 5.3.5.1.2.3. Materiales compuestos
- 5.3.5.1.2.4. Construcción multimateriales
- 5.3.5.2. Criterios relativos al tipo correspondientes a los tambores de freno
 - a) grupo de materiales (por ejemplo, acero, fundición, compuesto);
 - b) cubo (con/sin);
 - c) diseño compuesto.
- 5.3.6. Criterios relativos al grupo de ensayo (dentro del mismo tipo)

En el caso de las piezas intercambiables, el ensayo por grupos de ensayo es posible solo si la conexión entre la zona de montaje y las caras de fricción del disco tienen la misma forma general.

De cada uno de los grupos de ensayo mencionados a continuación, se someterá al menos a una de las variantes a los ensayos correspondientes establecidos en los anexos 10, 11 o 12. La variante elegida perteneciente a un grupo de ensayo para someter a ensayo la pieza de repuesto es la que tenga la mayor relación de energía cinética con respecto a la masa de la pieza de repuesto directamente correspondiente:

$$\text{Max} \left(\frac{E_i}{m_{\text{replacement part, } i}} \right) = \text{Max} \left(\frac{0,5 \cdot m \cdot v_{\text{max, } i}^2}{m_{\text{replacement part, } i}} \right)$$

donde:

$v_{\text{max, } i}$ la velocidad máxima por diseño del vehículo al que va instalada la pieza de repuesto (en el caso de los remolques, se supone que $v_{\text{max, } i}$ es 80 km/h, como mínimo).

m la masa de ensayo definida en el anexo 11, punto 3.2.1.2, y en el anexo 12, punto 3.2.1.2.

$m_{\text{replacement part, } i}$ masa de la pieza de repuesto del vehículo correspondiente.

- 5.3.6.1. Discos de freno de repuesto
 - 5.3.6.1.1. Criterios relativos a la formación de grupos de ensayo con respecto a los discos de freno de repuesto en vehículos de las categorías M_1 , M_2 , N_1 , N_2 , O_1 y O_2
 - 5.3.6.1.1.1. Grupo de ensayo para los ensayos establecidos en los puntos 1 a 4 del anexo 11 o anexo 12

Este grupo de ensayo incluye a todos los discos de freno cuyo diámetro exterior no varía en más de 6 mm y el grosor del disco, en más de 4 mm.
 - 5.3.6.1.1.2. En el caso de distintos materiales dentro de un grupo de materiales, se aportarán pruebas para cada material de que se cumplen los requisitos establecidos en los anexos 11 o 12.
 - 5.3.6.1.2. Criterios relativos a la formación de grupos de ensayo con respecto a los discos de freno de repuesto de los vehículos de las categorías M_3 , N_3 , O_3 y O_4
 - 5.3.6.1.2.1. Grupo de ensayo para los ensayos establecidos en los puntos 1 a 4 del anexo 11 o anexo 12

Este grupo de ensayo incluye a todos los discos de freno cuyo diámetro exterior no varía en más de 10 mm y el grosor del disco, en más de 4 mm.

- 5.3.6.1.2.2. En el caso de distintos materiales dentro de un grupo de materiales, se aportarán pruebas para cada material de que se cumplen los requisitos establecidos en los anexos 11 o 12.
- 5.3.6.2. Tambores de freno de repuesto
- 5.3.6.2.1. Criterios relativos a la formación de grupos de ensayo con respecto a los tambores de freno de repuesto en vehículos de las categorías M₁, M₂, N₁, N₂, O₁ y O₂
- 5.3.6.2.1.1. Grupo de ensayo para los ensayos establecidos en los puntos 1 a 4 del anexo 11 o anexo 12
Este grupo de ensayo incluye a todos los tambores de freno que no varían en más de 30 mm en términos de diámetro interior del tambor y en más de 10 mm en cuanto a la anchura de la zapata del freno de tambor.
- 5.3.6.2.1.2. En el caso de distintos materiales dentro de un grupo de materiales, se aportarán pruebas para cada material de que se cumplen los requisitos establecidos en los anexos 11 o 12.
- 5.3.6.2.2. Criterios relativos a la formación de grupos de ensayo con respecto a los tambores de freno de repuesto de los vehículos de las categorías M₃, N₃, O₃ y O₄
- 5.3.6.2.2.1. Grupo de ensayo para los ensayos establecidos en los puntos 1 a 4 del anexo 11 o anexo 12
Este grupo de ensayo incluye a todos los tambores de freno que no varían en más de un 10 % (referido al valor más bajo) en términos de diámetro interior del tambor y en más de 40 mm en cuanto a la anchura de la zapata del freno de tambor.
- 5.3.6.2.2.2. En el caso de distintos materiales dentro de un grupo de materiales, se aportarán pruebas para cada material de que se cumplen los requisitos establecidos en los anexos 11 o 12.
- 5.3.7. Alcance de la evaluación con respecto a los discos/tambores de freno de repuesto
- 5.3.7.1. Comprobaciones geométricas
A efectos de la comparación con las piezas de origen, se comprobarán las características aplicables de los discos/tambores de freno de repuesto que se indican a continuación (véase también el anexo 10):
- a) diámetro del disco/tambor, incluidos los diámetros de la superficie de fricción (en el caso de frenos de disco con un tambor de freno de estacionamiento integrado, se comprobarán ambos diámetros);
 - b) grosor del disco (dimensiones de origen e indicación del grosor mínimo admisible por desgaste);
 - c) grosor de la brida de montaje;
 - d) diámetro del círculo primitivo de los orificios/espárragos de fijación;
 - e) número de orificios/espárragos de fijación;
 - f) diámetro de la brida de montaje;
 - g) tipo de centrado (por ejemplo, espiga central o pernos/espárragos de montaje);

h) en el caso de frenos de discos con tambores de freno de estacionamiento integrados, el ancho de la superficie de fricción y las ranuras de compensación térmica;

i) además, en el caso de los discos de freno ventilados:

i) el tipo de ventilación (interna/externa),

ii) el número de aletas y columnas,

iii) las dimensiones del conducto de ventilación.

5.3.7.2. Disposiciones sobre el equilibrado

Las disposiciones sobre el equilibrado con respecto a los discos/tambores de freno de repuesto se corresponderán con las de la pieza de origen que se sustituya.

5.3.7.3. Evaluación del grado de desgaste de las superficies de fricción

Dicha evaluación se ajustará a los criterios del fabricante del vehículo.

5.3.7.4. Ensayos

El servicio técnico someterá a ensayo cada grupo de ensayo (véase el apartado 5.3.6) de un tipo concreto de disco/tambor de freno de repuesto (véase el apartado 3.3.2).

5.3.8. Informe de ensayo

Se presentará un informe de ensayo, cuyo contenido será, como mínimo, el definido en el apéndice 13 del presente Reglamento.

6. ENVASADO Y MARCADO

6.1. Requisitos relativos al envasado y marcado de un tipo de conjunto de forro de freno de repuesto, un tipo de forro de freno de tambor de repuesto o un forro de freno de tambor de repuesto:

6.1.1. Los conjuntos de forro de freno de repuesto o forros de freno de tambor de repuesto que se ajusten a un tipo homologado de conformidad con el presente Reglamento se comercializarán en juegos destinados a un eje.

6.1.2. Cada juego destinado a un eje estará contenido en un embalaje sellado diseñado de forma que revele si ha sido abierto previamente.

6.1.3. En cada uno de los embalajes figurará la información siguiente:

6.1.3.1. la cantidad de conjuntos de forro de freno de repuesto o forros de freno de tambor de repuesto incluidos en el embalaje;

6.1.3.2. el nombre o la marca registrada del fabricante;

6.1.3.3. la marca y el tipo de los conjuntos de forro de freno de repuesto o forros de freno de tambor de repuesto;

6.1.3.4. los vehículos/ejes/frenos para los cuales el contenido esté homologado;

6.1.3.5. la marca de homologación.

- 6.1.4. En los embalajes se incluirán las instrucciones de instalación en una lengua oficial de la CEPE, complementadas con el texto correspondiente en la lengua del país donde se venda:
- 6.1.4.1. con especial referencia a las piezas auxiliares,
- 6.1.4.2. y una declaración de que los conjuntos de forro de freno de repuesto o forros de freno de tambor de repuesto deberán ser sustituidos por los de repuesto por ejes,
- 6.1.4.3. en el caso de los forros de freno de tambor de repuesto, con una declaración general que llame la atención sobre los siguientes puntos:
- la integridad de la plataforma de la zapata, el estribo y el eje,
- la ausencia de distorsión, deformación y corrosión de la zapata,
- el tipo y tamaño del remache que debe utilizarse,
- las fuerzas y herramientas necesarias para los remaches,
- 6.1.4.4. además, en el caso de los sistemas de frenado combinados en el sentido del apartado 2.9 del Reglamento nº 78, dando la combinación o combinaciones de conjuntos de forro de freno homologadas.
- 6.1.5. En cada conjunto de forro de freno de repuesto o forros de freno de tambor de repuesto aparecerán permanentemente los datos de homologación siguientes:
- 6.1.5.1. la marca de homologación;
- 6.1.5.2. la fecha de fabricación que incluya al menos el mes y el año, o el número de lote;
- 6.1.5.3. la marca y el tipo de forro de freno.
- 6.2. Requisitos relativos al envasado y marcado de los discos o tambores de freno de repuesto
- 6.2.1. Cada unidad vendida mostrará la siguiente información, como mínimo:
- 6.2.1.1. el número de pieza;
- 6.2.1.2. en el caso de los vehículos de motor:
- la marca, el tipo y la denominación comercial del vehículo, el eje para el que está prevista su instalación y el período de fabricación del vehículo; en caso de que el período de fabricación no pueda conseguirse fácilmente, podrá utilizarse una referencia al número/código de pieza de origen;
- 6.2.1.3. en el caso de los remolques, se utilizará una referencia al número/código de pieza de origen;
- 6.2.1.4. cada embalaje contendrá las instrucciones de montaje en el idioma del país en que se venda:
- 6.2.1.4.1. con especial referencia a las piezas auxiliares,
- 6.2.1.4.2. e indicando que los discos y tambores de freno de repuesto deben sustituirse por juegos por eje.

6.2.2. Marcado

Cada disco/tambor de freno homologado con arreglo al presente Reglamento estará marcado de forma duradera con la siguiente información, como mínimo:

- 6.2.2.1. el nombre del fabricante o la marca comercial;
- 6.2.2.2. el número de homologación;
- 6.2.2.3. una indicación que permita la trazabilidad del proceso de producción (por ejemplo, fecha, número de lote, código fuente);
- 6.2.2.4. El grosor mínimo del disco de freno o el diámetro interior máximo admisible del tambor de freno.

7. MODIFICACIONES Y EXTENSIÓN DE LA HOMOLOGACIÓN DE PIEZAS DE REPUESTO

- 7.1. Toda modificación de la pieza de repuesto se notificará a la autoridad de homologación de tipo que concedió la homologación de tipo. Esta podrá entonces:
 - 7.1.1. considerar que no es probable que las modificaciones realizadas tengan efectos adversos apreciables y que, en cualquier caso, la pieza de repuesto sigue cumpliendo los requisitos, o
 - 7.1.2. solicitar un nuevo informe de ensayo al servicio técnico responsable de realizar los ensayos.
- 7.2. La confirmación de la homologación o de su denegación, especificando las modificaciones, se comunicará a las partes del Acuerdo de 1958 que apliquen el presente Reglamento mediante el procedimiento expuesto en el apartado 4.4.
- 7.3. La autoridad competente que expida la extensión de la homologación asignará un número de serie a dicha extensión e informará de ello a las demás Partes del Acuerdo de 1958 que apliquen el presente Reglamento por medio de un impreso de notificación conforme al modelo que figura en el anexo 1 del presente Reglamento.

8. CONFORMIDAD DE LA PRODUCCIÓN

- 8.1. Las piezas de repuesto homologadas con arreglo al presente Reglamento se fabricarán de manera que se ajusten al tipo homologado.
- 8.2. Se considerará que las piezas de origen objeto de una solicitud conforme al apartado 3.2 cumplen los requisitos del apartado 8.
- 8.3. Se realizarán controles adecuados de la producción para verificar la aplicación de los requisitos recogidos en el apartado 8.1. Estos abarcarán el control de las materias primas y los componentes utilizados.
- 8.4. El titular de una homologación deberá cumplir, en particular, las siguientes condiciones:
 - 8.4.1. Se asegurará de que, para cada tipo de conjunto de forro de freno de repuesto o de forros de freno de tambor de repuesto, al menos los ensayos pertinentes prescritos en el apartado 5.2.2 y los ensayos pertinentes prescritos en el anexo 9 del presente Reglamento se realizan sobre una base estadísticamente controlada y aleatoria de conformidad con un procedimiento de aseguramiento de la calidad ordinario. Para los conjuntos de forro de freno de estacionamiento solo es aplicable la resistencia a la rotura descrita en el apartado 5.2.2.
 - 8.4.2. Se asegurará de que, para cada disco y tambor de repuesto, al menos los ensayos pertinentes prescritos en el anexo 9 del presente Reglamento se realizan sobre una base estadísticamente controlada y aleatoria de conformidad con un procedimiento de aseguramiento de la calidad ordinario.

- 8.4.3. Garantizar la existencia de procedimientos para controlar eficazmente la calidad de los productos.
- 8.4.4. Tener acceso al equipo de control necesario para comprobar la conformidad de cada tipo homologado.
- 8.4.5. Analizar los resultados de cada tipo de ensayo para comprobar y garantizar la coherencia de las características del producto, teniendo en cuenta las tolerancias inherentes a la producción industrial.
- 8.4.6. Garantizar el registro de los datos de los resultados de los ensayos y la disponibilidad de los documentos adjuntos durante un período de tiempo que se determinará de acuerdo con el servicio administrativo.
- 8.4.7. Asegurarse de que, cuando las muestras o las piezas de ensayo demuestren la no conformidad con el tipo de ensayo considerado, se realice otro muestreo y otro ensayo. Se tomarán todas las medidas necesarias para restablecer la conformidad de la producción correspondiente.
- 8.5. La autoridad competente que ha concedido la homologación del tipo puede verificar en todo momento los métodos de control de la conformidad aplicable a cada unidad de producción.
- 8.5.1. En todas las inspecciones se presentarán al inspector los registros de los ensayos y de control de la producción.
- 8.5.2. El inspector podrá recoger muestras al azar que deberán someterse a ensayo en el laboratorio del fabricante. El número mínimo de muestras se podrá determinar de acuerdo con los resultados de la propia verificación del fabricante.
- 8.5.3. Si el nivel de calidad no resulta satisfactorio o se estima necesario verificar la validez de los ensayos efectuados en aplicación del apartado 8.5.2, el inspector seleccionará muestras que serán enviadas al servicio técnico que haya efectuado los ensayos de homologación de tipo.
- 8.5.4. La autoridad competente podrá realizar cualquiera de los ensayos contemplados en el presente Reglamento.
- 8.5.5. La frecuencia normal de las inspecciones autorizadas por la Autoridad Competente será de una al año. Si se registran resultados negativos durante una de dichas inspecciones, la autoridad competente se asegurará de que se adoptan todas las medidas necesarias para restablecer la conformidad de la producción lo antes posible.
9. SANCIONES POR LA FALTA DE CONFORMIDAD DE LA PRODUCCIÓN
- 9.1. Podrá retirarse la homologación concedida con respecto a un tipo de conjunto de forro de freno de repuesto o de forros de freno de tambor de repuesto con arreglo al presente Reglamento si no se cumplen los requisitos establecidos en el apartado 8.1.
- Podrá retirarse la homologación concedida con respecto a un tipo de disco o tambor de freno de repuesto con arreglo al presente Reglamento si no se cumplen los requisitos establecidos en el apartado 8.1.
- 9.2. Cuando una Parte contratante del Acuerdo que aplique el presente Reglamento retire una homologación que haya concedido anteriormente, informará de ello inmediatamente a las demás Partes contratantes que apliquen el presente Reglamento mediante un formulario de notificación conforme al modelo que figura en el anexo 1A o 1B del presente Reglamento.
10. CESE DEFINITIVO DE LA PRODUCCIÓN
- Cuando el titular de una homologación cese completamente de fabricar una pieza de repuesto homologada con arreglo al presente Reglamento, informará de ello a la autoridad que concedió la homologación. Tras la recepción de la correspondiente comunicación, dicha autoridad informará a las demás Partes contratantes del Acuerdo de 1958 que apliquen el presente Reglamento mediante un impreso de comunicación conforme al modelo recogido en el anexo 1A o 1B del presente Reglamento.

11. NOMBRES Y DIRECCIONES DE LOS SERVICIOS TÉCNICOS RESPONSABLES DE REALIZAR LOS ENSAYOS DE HOMOLOGACIÓN Y DE LAS AUTORIDADES DE HOMOLOGACIÓN DE TIPO

Las Partes del Acuerdo de 1958 que aplican el presente Reglamento comunicarán a la Secretaría de las Naciones Unidas los nombres y direcciones de los servicios técnicos responsables de realizar los ensayos de homologación y de las autoridades de homologación de tipo que conceden la homologación y a las que deben remitirse los formularios que certifican la concesión, extensión, denegación o retirada de la homologación, o el cese definitivo de la producción, expedidos en otros países.

12. DISPOSICIONES TRANSITORIAS

12.1. A partir de la fecha oficial de entrada en vigor de la serie 02 de enmiendas, ninguna Parte contratante que aplique el presente Reglamento denegará la concesión de una homologación con arreglo al presente Reglamento en su versión modificada por la serie 02 de enmiendas.

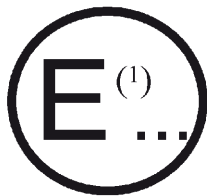
12.2. Incluso después de entrar en vigor la serie 02 de enmiendas, las homologaciones de conjuntos de forro de freno y de forros de freno de tambor con arreglo a la serie 01 enmiendas continuarán siendo válidas y las Partes contratantes que apliquen el Reglamento continuarán aceptándolas y no denegarán la concesión de extensiones de las homologaciones conformes con la serie 01 de enmiendas del presente Reglamento.

12.3. Las Partes contratantes que apliquen el presente Reglamento seguirán permitiendo la instalación o utilización en un vehículo en servicio de un conjunto de forro de freno de repuesto homologado en el presente Reglamento en su forma original y sin enmiendas.

ANEXO 1A

COMUNICACIÓN

(Formato máximo: A4 [210 × 297 mm])



expedida por: Nombre de la administración

.....
.....
.....

relativa a ⁽²⁾: la concesión de la homologación
la extensión de la homologación
la denegación de la homologación
la retirada de la homologación
el cese definitivo de la producción

de un conjunto de forro de freno de repuesto o de unos forros de freno de tambor de repuesto de conformidad con el Reglamento n° 90

Homologación n° Extensión n°

1. Nombre y dirección del solicitante:
2. Nombre y dirección del fabricante:
3. Marca y tipo del conjunto de forro de freno/de los forros de freno de tambor de repuesto ⁽²⁾
4. Marca y tipo de forros de freno:
5. Vehículos/ejes/frenos en los que se puede instalar el tipo de conjunto de forro de freno/tipo de forros de freno de tambor como pieza de origen:
6. Vehículos/ejes/frenos en los que se puede instalar el tipo de conjunto de forro de freno/tipo de forros de freno de tambor como pieza de repuesto:
- 6.1. Además, en el caso de los sistemas de frenado combinados en el sentido del apartado 2.9 del Reglamento n° 78, la combinación o combinaciones de conjuntos de forro de freno homologadas:
7. Presentado(s) para su homologación el
8. Servicio técnico responsable de los ensayos de homologación:
- 8.1. Fecha del informe de ensayo:
- 8.2. Número del informe de ensayo
9. Homologación concedida/extendida/denegada/retirada ⁽²⁾
10. Lugar
11. Fecha
12. Firma
13. Se adjunta a la presente comunicación una lista de los documentos que figuran en el expediente de homologación depositado en las autoridades de homologación de tipo que han expedido la homologación y que podrán obtenerse previa petición.

⁽¹⁾ Número distintivo del país que ha concedido/extendido/denegado/retirado la homologación (véanse las disposiciones del Reglamento relativas a la homologación).
⁽²⁾ Táchese lo que no proceda.

ANEXO 1B

COMUNICACIÓN

(Formato máximo: A4 [210 × 297 mm])



expedida por: Nombre de la administración

.....
.....
.....

relativa a ⁽²⁾: la concesión de la homologación
la extensión de la homologación
la denegación de la homologación
la retirada de la homologación
el cese definitivo de la producción

de un disco o tambor de freno de repuesto de conformidad con al Reglamento nº 90

Homologación nº Extensión nº

- 1. Nombre y dirección del solicitante:
- 2. Fabricante (nombre y dirección)
- 3. Marca y tipo de disco/tambor de freno
- 4. Vehículos/ejes/frenos para los que se homologa el disco o tambor de freno de repuesto:
- 5. Presentado(s) para su homologación el
- 6. Servicio técnico responsable de los ensayos de homologación:
- 6.1. Fecha del informe de ensayo:
- 6.2. Número del informe de ensayo
- 7. Homologación concedida/extendida/denegada/retirada ⁽²⁾
- 8. Lugar
- 9. Fecha
- 10. Firma
- 11. Se adjunta a la presente comunicación una lista de los documentos que figuran en el expediente de homologación depositado en las autoridades de homologación de tipo que han expedido la homologación y que podrán obtenerse previa petición.

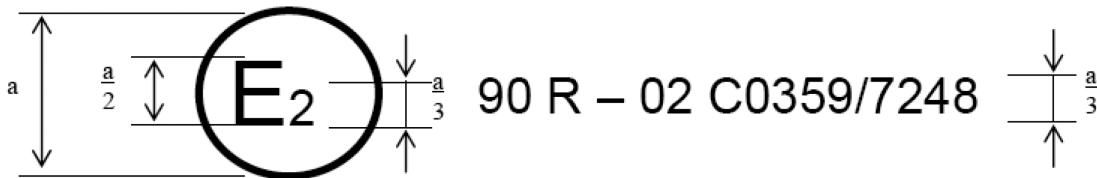
⁽¹⁾ Número distintivo del país que ha concedido/extendido/denegado/retirado la homologación (véanse las disposiciones del Reglamento relativas a la homologación).

⁽²⁾ Táchese lo que no proceda.

ANEXO 2

DISPOSICIÓN DE LA MARCA Y DE LOS DATOS DE HOMOLOGACIÓN

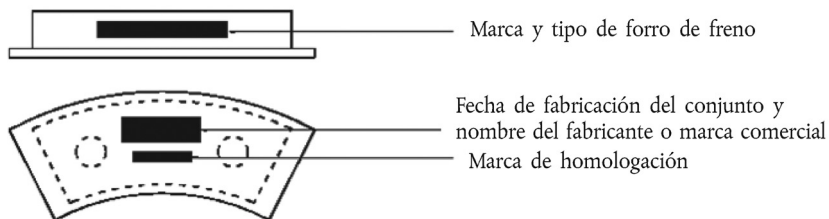
(Ver el apartado 4.2 del presente Reglamento)



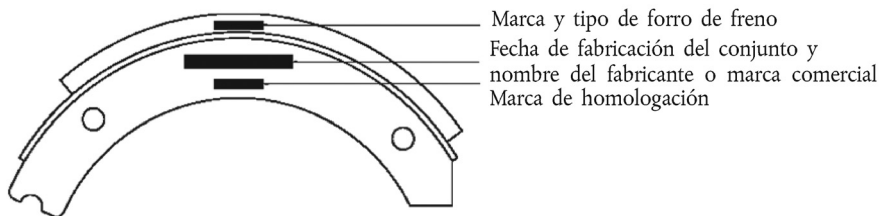
a = 8 mm mín.

La marca de homologación que figura arriba indica que el elemento correspondiente fue homologado en Francia (E2) conforme al Reglamento nº 90 y que recibió el número de homologación C0359/7248. Los dos primeros dígitos del número de homologación indican que esta se concedió de acuerdo con los requisitos del Reglamento nº 90, en su versión modificada por la serie 02 de enmiendas.

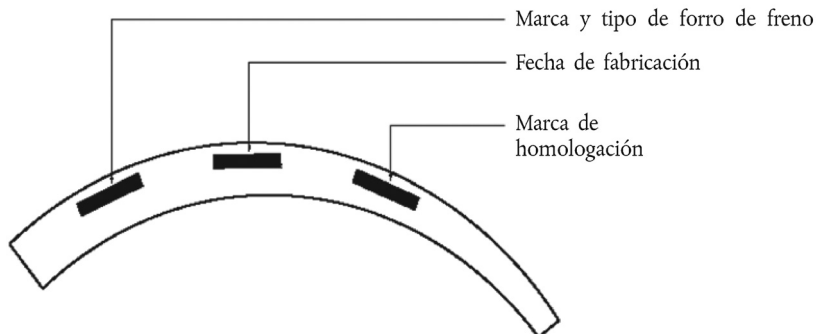
Ejemplo de marcado para un conjunto de cojinete



Ejemplo de marcado para un conjunto de zapata



Ejemplo de marcado para unos forros de freno de tambor



Nota: Las posiciones de las marcas y las posiciones de las mismas entre sí que figuran en los ejemplos no son obligatorias.

ANEXO 3

REQUISITOS APLICABLES A LOS CONJUNTOS DE FORRO DE FRENO DE REPUESTO PARA LOS VEHÍCULOS DE LAS CATEGORÍAS M₁, M₂ Y N₁

1. Conformidad con los Reglamentos n° 13 o n° 13-H

El cumplimiento de los requisitos de los Reglamentos n° 13 o n° 13-H se demostrará mediante un ensayo en vehículo.

1.1. Preparación del vehículo

1.1.1. Vehículo de ensayo

Se equipará un vehículo representativo del tipo o tipos cuyo conjunto de forro de freno de repuesto se quiere homologar con un conjunto de forro de freno de repuesto del tipo para el que se solicita la homologación y con los instrumentos necesarios para ensayar el freno que exigen los Reglamentos n° 13 y n° 13-H.

Los forros de freno que se vayan a ensayar se instalarán en los frenos correspondientes y, mientras no se establezca un procedimiento de bruñido, se rodarán siguiendo las instrucciones del fabricante de común acuerdo con el servicio técnico.

1.1.2. Procedimiento de rodaje (bruñido)

1.1.2.1. Condiciones generales

Los conjuntos de forro de freno presentados a ensayo estarán instalados en los frenos correspondientes. En el caso de los conjuntos de forro de freno de repuesto, deben utilizarse forros de freno nuevos. Los forros de freno de tambor pueden ser mecanizados para lograr el mejor contacto inicial entre los forros y el tambor o los tambores. El vehículo de ensayo estará cargado al máximo.

Los conjuntos de forro de freno de origen utilizados para los ensayos comparativos y ya instalados en el vehículo de ensayo pueden utilizarse a condición de que estén en buenas condiciones y no se hayan desgastado más de un 20 % con respecto al grosor inicial. No deben tener daños, grietas, corrosión excesiva o signos de recalentamiento. Se rodarán siguiendo el procedimiento descrito más adelante.

1.1.2.2. Procedimiento

Recórrase una distancia mínima de 50 km y acciñese el freno al menos 100 veces en desaceleraciones variadas (por lo menos entre 1 m/s² y 5 m/s²) con velocidades iniciales entre 50 km/h y 120 km/h. Durante el rodaje deberá alcanzarse al menos tres veces una gama de temperaturas entre 250 °C y 500 °C para los conjuntos de cojinete o entre 150 °C y 250 °C para los conjuntos de forro de freno de tambor (medidas en la superficie de frotamiento del disco o tambor). Las temperaturas no deben superar los 500 °C para los conjuntos de cojinete y 250 °C para los conjuntos de forro de freno de tambor.

1.1.2.3. Comprobación de la eficacia

Frenando solo un eje cada vez, acciñese cinco veces el freno de 70 km/h a 0 km/h (eje delantero) y de 45 km/h a 0 km/h (eje trasero) a una presión en el conducto de 4 MPa ⁽¹⁾ y con una temperatura inicial de 100 °C para cada parada. Los cinco resultados no monótonos consecutivos deben mantenerse en la tolerancia de 0,6 m/s² (eje delantero) o 0,4 m/s² (eje trasero) de su desaceleración media estabilizada.

Si no se cumple este requisito debe ampliarse el rodaje según el punto 1.1.2.2 y repetirse la comprobación de la eficacia según el punto 1.1.2.3.

1.2. El sistema de frenado del vehículo se ensayará con arreglo a los requisitos exigidos a la categoría del vehículo en cuestión (M₁, M₂ o N₁) en el Reglamento n° 13, anexo 4, puntos 1 y 2, o el Reglamento n° 13-H, anexo 3, puntos 1 y 2, según corresponda teniendo en cuenta la homologación original del sistema. Los requisitos o ensayos aplicables son:

1.2.1. Sistema de frenado de servicio

1.2.1.1. Ensayo de tipo 0 con el motor desembragado y el vehículo cargado, con arreglo al Reglamento n° 13, anexo 4, punto 1.4.2, o el Reglamento n° 13-H, anexo 3, punto 1.4.2.

⁽¹⁾ Para los dispositivos distintos de los sistemas de frenado hidráulicos, deberá utilizarse un valor de entrada equivalente.

- 1.2.1.2. Ensayo de tipo 0 con el motor embragado, el vehículo vacío y cargado, de conformidad con el Reglamento n° 13, anexo 4, puntos 1.4.3.1 (ensayo de estabilidad) y 1.4.3.2 (solo el ensayo con una velocidad inicial $v = 0,8 v_{\max}$) o el Reglamento n° 13-H, anexo 3, puntos 1.4.3.1 y 1.4.3.2.
- 1.2.1.3. Ensayo de tipo I de conformidad con el Reglamento n° 13, anexo 4, punto 1.5, o el Reglamento n° 13-H, anexo 3, punto 1.5.
- 1.2.2. Sistema de frenado de socorro
- 1.2.2.1. Ensayo de tipo 0 con el motor desembragado y el vehículo cargado, con arreglo al Reglamento n° 13, anexo 4, punto 2.2, o el Reglamento n° 13-H, anexo 3, punto 2.2 (este ensayo podrá no hacerse en aquellos casos en que resulte obvio que se cumple el requisito, por ejemplo: sistema de frenado con división diagonal).
- 1.2.3. Sistema de frenado de estacionamiento
(Solo aplicable si los frenos cuya homologación se solicita se utilizan para el estacionamiento).
- 1.2.3.1. Ensayo del freno de estacionamiento con una pendiente descendente del 18 % y el vehículo cargado, con arreglo al Reglamento n° 13, anexo 4, punto 2.3.1, o con una pendiente descendente del 20 % y el vehículo cargado, con arreglo al Reglamento n° 13-H, anexo 3, punto 2.3.1.
- 1.3. El vehículo deberá cumplir todos los requisitos pertinentes establecidos en el Reglamento n° 13, anexo 4, punto 2, o en el Reglamento n° 13-H, anexo 3, punto 2, para dicha categoría de vehículos.
2. Requisitos adicionales
El cumplimiento de los requisitos adicionales se demostrará utilizando uno de los dos métodos siguientes:
- 2.1. Ensayo en vehículo (ensayo de semieje)
En este ensayo el vehículo estará cargado al máximo y todos los accionamientos del freno se harán con el motor desembragado, estando situado el vehículo en una calzada plana.
- El sistema de mando del freno de servicio del vehículo dispondrá de un medio para aislar los frenos de los ejes delantero y trasero, de manera que puedan utilizarse los unos independientemente de los otros.
- En caso de que sea necesaria la homologación de los conjuntos de forro de freno para los frenos del eje delantero, los frenos del eje trasero no deberán accionarse durante el ensayo.
- En caso de que sea necesaria la homologación de los conjuntos de forro de freno para los frenos del eje trasero, los frenos del eje delantero no deberán accionarse durante el ensayo.
- 2.1.1. Ensayo de equivalencia de la eficacia en frío
Se comparará la eficacia en frío del conjunto de forro de freno de repuesto con la del conjunto de forro de freno de origen mediante el cotejo de los resultados de los ensayos aplicando el método siguiente:
- 2.1.1.1. Acciónese como mínimo seis veces el freno a incrementos espaciados del esfuerzo sobre el pedal o la presión en el conducto hasta que se bloquee la rueda, se alcance una desaceleración media estabilizada de 6 m/s^2 o se ejerza la máxima fuerza del pedal permitida para la categoría de vehículo en cuestión a partir de la velocidad inicial indicada en el cuadro siguiente:

Categoría de vehículo	Velocidad de ensayo en km/h	
	Eje delantero	Eje trasero
M ₁	70	45
M ₂	50	40
N ₁	65	50

La temperatura inicial del freno al principio de cada accionamiento será $\leq 100 \text{ }^\circ\text{C}$.

- 2.1.1.2. Anótese y trácese la fuerza del pedal o la presión en el conducto y la desaceleración media estabilizada en cada accionamiento y determínese la fuerza del pedal o la presión en el conducto necesarias para alcanzar (si es posible) una desaceleración media estabilizada de 5 m/s^2 en los frenos del eje delantero y de 3 m/s^2 en los frenos del eje trasero. Si no pueden alcanzarse esos valores con la máxima fuerza del pedal permitida, determínese, entonces, la fuerza del pedal o la presión en el conducto necesarias para alcanzar la desaceleración máxima.
- 2.1.1.3. Se considerará que las características de eficacia del conjunto de forro de freno de repuesto son similares a las del conjunto de forro de freno de origen si la desaceleración media estabilizada con la misma fuerza sobre el mando o igual presión en el conducto en los dos tercios superiores de la curva generada está dentro del 15 % de las obtenidas con el conjunto de forro de freno de origen.
- 2.1.2. Ensayo de sensibilidad a la velocidad
- 2.1.2.1. Utilizando la fuerza del pedal obtenida del punto 2.1.1.2 del presente anexo y con una temperatura inicial del freno $\leq 100 \text{ }^\circ\text{C}$, acciónese tres veces el freno a partir de cada una de las velocidades siguientes:
- a) eje delantero: 65 km/h y 100 km/h, y también 135 km/h si v_{max} es superior a 150 km/h;
- b) eje trasero: 45 km/h y 65 km/h, y también 90 km/h si v_{max} es superior a 150 km/h.
- 2.1.2.2. Obténgase la media de los resultados de cada grupo de tres accionamientos y trácese la velocidad en relación con la correspondiente desaceleración media estabilizada.
- 2.1.2.3. Las desaceleraciones medias estabilizadas registradas a las velocidades más altas estarán situadas dentro del 15 % de las registradas para las velocidades más bajas.
- 2.2. Ensayo en dinamómetro de inercia
- 2.2.1. Equipo de ensayo
- En los ensayos, el dinamómetro de inercia estará equipado con el freno del vehículo en cuestión. El dinamómetro tendrá los instrumentos necesarios para registrar continuamente la velocidad de rotación, el par de frenado, la presión en el conducto, el número de rotaciones después del accionamiento del freno, el período de frenado y la temperatura del rotor del freno.
- 2.2.2. Condiciones de ensayo
- 2.2.2.1. La masa rotatoria del dinamómetro corresponderá a la mitad de la parte de la masa máxima del vehículo sobre el eje según el cuadro siguiente y al radio de rodadura del neumático más grande autorizado para dicho(s) tipo(s) de vehículo.

Categoría de vehículo	Parte de la masa máxima del vehículo sobre el eje	
	eje delantero	eje trasero
M_1	0,77	0,32
M_2	0,69	0,44
N_1	0,66	0,39

- 2.2.2.2. La velocidad inicial de rotación del dinamómetro equivaldrá a la velocidad lineal del vehículo como se establece en los puntos 2.2.3 y 2.2.4 del presente anexo y estará basada en el radio de rodadura dinámico del neumático.
- 2.2.2.3. Los forros de freno presentados a ensayo estarán instalados en el freno correspondiente y rodados (bruñidos) con arreglo al siguiente procedimiento:

Fase 1 de bruñido, 64 frenadas interrumpidas de 80 km/h a 30 km/h a diferentes presiones en el conducto:

Parámetro	Eje delantero	Eje trasero	
		Freno de disco	Freno de tambor
Número de frenadas interrumpidas por ciclo	32	32	32

Parámetro	Eje delantero	Eje trasero	
		Freno de disco	Freno de tambor
Velocidad al inicio del frenado (km/h)	80	80	80
Velocidad al final del frenado (km/h)	30	30	30
Temperatura inicial del freno (°C)	< 100	< 100	< 80
Temperatura final del freno (°C)	Libre	Libre	Libre
Presión de frenado 1 (kPa)	1 500	1 500	1 500
Presión de frenado 2 (kPa)	3 000	3 000	3 000
Presión de frenado 3 (kPa)	1 500	1 500	1 500
Presión de frenado 4 (kPa)	1 800	1 800	1 800
Presión de frenado 5 (kPa)	2 200	2 200	2 200
Presión de frenado 6 (kPa)	3 800	3 800	3 800
Presión de frenado 7 (kPa)	1 500	1 500	1 500
Presión de frenado 8 (kPa)	2 600	2 600	2 600
Presión de frenado 9 (kPa)	1 800	1 800	1 800
Presión de frenado 10 (kPa)	3 400	3 400	3 400
Presión de frenado 11 (kPa)	1 500	1 500	1 500
Presión de frenado 12 (kPa)	2 600	2 600	2 600
Presión de frenado 13 (kPa)	1 500	1 500	1 500
Presión de frenado 14 (kPa)	2 200	2 200	2 200
Presión de frenado 15 (kPa)	3 000	3 000	3 000
Presión de frenado 16 (kPa)	4 600	4 600	4 600
Presión de frenado 17 (kPa)	2 600	2 600	2 600
Presión de frenado 18 (kPa)	5 100	5 100	5 100
Presión de frenado 19 (kPa)	2 200	2 200	2 200
Presión de frenado 20 (kPa)	1 800	1 800	1 800
Presión de frenado 21 (kPa)	4 200	4 200	4 200
Presión de frenado 22 (kPa)	1 500	1 500	1 500
Presión de frenado 23 (kPa)	1 800	1 800	1 800
Presión de frenado 24 (kPa)	4 600	4 600	4 600
Presión de frenado 25 (kPa)	2 600	2 600	2 600
Presión de frenado 26 (kPa)	1 500	1 500	1 500
Presión de frenado 27 (kPa)	3 400	3 400	3 400
Presión de frenado 28 (kPa)	2 200	2 200	2 200
Presión de frenado 29 (kPa)	1 800	1 800	1 800

Parámetro	Eje delantero		Eje trasero	
	Freno de disco	Freno de tambor	Freno de disco	Freno de tambor
Presión de frenado 30 (kPa)	3 000	3 000	3 000	3 000
Presión de frenado 31 (kPa)	1 800	1 800	1 800	1 800
Presión de frenado 32 (kPa)	3 800	3 800	3 800	3 800
Número de ciclos	2	2	2	2

Fase 2 de bruñido, 10 paradas de 100 km/h a 5 km/h con una desaceleración de 0,4 g y temperaturas iniciales en aumento:

Parámetro	Eje delantero		Eje trasero	
	Freno de disco	Freno de tambor	Freno de disco	Freno de tambor
Número de paradas por ciclo	10	10	10	10
Velocidad al inicio del frenado (km/h)	100	100	100	100
Velocidad al final del frenado (km/h)	< 5	< 5	< 5	< 5
Nivel de desaceleración (g)	0,4	0,4	0,4	0,4
Presión máxima (kPa)	16 000	16 000	16 000	10 000
Temperatura inicial 1 (°C)	< 100	< 100	< 100	< 100
Temperatura inicial 2 (°C)	< 215	< 215	< 215	< 151
Temperatura inicial 3 (°C)	< 283	< 283	< 283	< 181
Temperatura inicial 4 (°C)	< 330	< 330	< 330	< 202
Temperatura inicial 5 (°C)	< 367	< 367	< 367	< 219
Temperatura inicial 6 (°C)	< 398	< 398	< 398	< 232
Temperatura inicial 7 (°C)	< 423	< 423	< 423	< 244
Temperatura inicial 8 (°C)	< 446	< 446	< 446	< 254
Temperatura inicial 9 (°C)	< 465	< 465	< 465	< 262
Temperatura inicial 10 (°C)	< 483	< 483	< 483	< 270
Número de ciclos	1	1	1	1

Recuperación, 18 frenadas interrumpidas de 80 km/h a 30 km/h a una presión en el conducto de 3 000 kPa:

Parámetro	Eje delantero		Eje trasero	
	Freno de disco	Freno de tambor	Freno de disco	Freno de tambor
Número de paradas por ciclo	18	18	18	18
Velocidad al inicio del frenado (km/h)	80	80	80	80
Velocidad al final del frenado (km/h)	30	30	30	30
Presión (kPa)	3 000	3 000	3 000	3 000
Temperatura inicial del freno (°C)	< 100	< 100	< 100	< 80
Temperatura final del freno (°C)	Libre	Libre	Libre	Libre
Número de ciclos	1	1	1	1

2.2.2.4. Acciónese cinco veces el freno de 80 km/h a 0 km/h a una presión en el conducto de 4 MPa y con una temperatura inicial de 100 °C para cada parada. Los cinco resultados no monótonos consecutivos deben mantenerse en la tolerancia de 0,6 m/s² de su desaceleración media estabilizada.

Si no se cumple este requisito, se repetirá la primera parte del rodaje denominada «Fase 1 de bruñido» hasta que se logre la estabilidad de la eficacia requerida.

2.2.2.5. Se permite enfriar el freno mediante aire. La velocidad del flujo de aire en el freno durante la frenada será:

$$v_{\text{air}} = 0,33 v$$

donde:

v = velocidad de ensayo del vehículo al inicio del frenado.

2.2.3. Ensayo de equivalencia de la eficacia en frío

Se comparará la eficacia en frío del conjunto de forro de freno de repuesto con la del conjunto de forro de freno de origen mediante el cotejo de los resultados de los ensayos aplicando el método siguiente:

2.2.3.1. Partiendo de la velocidad inicial de 80 km/h en el caso de M₁ y N₁ y de 60 km/h para M₂ y con una temperatura del freno ≤ 100 °C al principio de cada accionamiento se accionará el freno un mínimo de seis veces a intervalos espaciados de la presión en el conducto hasta alcanzar una desaceleración media estabilizada de 6 m/s².

2.2.3.2. Anótese y trácese la presión en el conducto y la desaceleración media estabilizada de cada accionamiento y determínese la presión en el conducto necesaria para alcanzar 5 m/s².

2.2.3.3. Se considerará que las características de eficacia del conjunto de forro de freno de repuesto son similares a las del conjunto de forro de freno de origen si la desaceleración media estabilizada con la misma fuerza sobre el mando o igual presión en el conducto en los dos tercios superiores de la curva generada está dentro del 15 % de las obtenidas con el conjunto de forro de freno de origen.

2.2.4. Ensayo de sensibilidad a la velocidad

2.2.4.1. Utilizando la presión en el conducto derivada del punto 2.2.3.2 y con una temperatura inicial de los frenos ≤ 100 °C, acciónese el freno tres veces a velocidades de rotación equivalente a velocidades lineales del vehículo de:

75 km/h y 120 km/h, y también 160 km/h si v_{max} es superior a 150 km/h.

2.2.4.2. Obténgase la media de los resultados de cada grupo de tres accionamientos y trácese la velocidad en relación con la correspondiente desaceleración media estabilizada.

2.2.4.3. Las desaceleraciones medias estabilizadas registradas a las velocidades más altas estarán situadas dentro del 15 % de las registradas para las velocidades más bajas.

ANEXO 4

REQUISITOS APLICABLES A LOS CONJUNTOS DE FORRO DE FRENO DE REPUESTO Y A LOS FORROS DE FRENO DE TAMBOR DE REPUESTO PARA LOS VEHÍCULOS DE LAS CATEGORÍAS M₃, N₂ Y N₃

1. Ensayo en vehículo
 - 1.1. Vehículo de ensayo

Se equipará un vehículo representativo del tipo o tipos cuyo conjunto de forro de freno de repuesto o forros de freno de tambor se quiere homologar con conjuntos de forro de freno o forros de freno de tambor del tipo para el que se solicita la homologación y con los instrumentos necesarios para ensayar los frenos que exige el Reglamento n° 13.

Los forros de freno que se vayan a ensayar se instalarán en los frenos correspondientes y, mientras no se establezca un procedimiento de bruñido, se rodarán siguiendo las instrucciones del fabricante de común acuerdo con el servicio técnico.
 - 1.2. Ensayos y requisitos
 - 1.2.1. Conformidad con el Reglamento n° 13
 - 1.2.1.1. El sistema de frenado del vehículo se ensayará con arreglo a los requisitos exigidos a la categoría del vehículo en cuestión (M₃, N₂ o N₃) en el Reglamento n° 13, anexo 4, puntos 1 y 2. Los requisitos o ensayos aplicables son:
 - 1.2.1.1.1. Sistema de frenado de servicio
 - 1.2.1.1.1.1. Ensayo de tipo 0 con el motor desembragado y el vehículo cargado
 - 1.2.1.1.1.2. Ensayo de tipo 0 con el motor embragado y el vehículo vacío y cargado, de conformidad con el Reglamento n° 13, anexo 4, puntos 1.4.3.1 (ensayo de estabilidad) y 1.4.3.2 (solo el ensayo con una velocidad inicial $v = 0,8 v_{\max}$).
 - 1.2.1.1.1.3. Ensayo del tipo I conforme al Reglamento n° 13, anexo 4, puntos 1.5.1 y 1.5.3.
 - 1.2.1.1.1.4. Ensayo de tipo II

El vehículo cargado debe ensayarse de forma que la absorción de energía sea equivalente a la que se produzca en el mismo período de tiempo en el vehículo cargado, moviéndose a una velocidad media de 30 km/h en una pendiente descendente del 2,5 % y sobre una distancia de 6 km con la marcha puesta, tomando la energía de frenado solo de los frenos de servicio.
 - 1.2.1.1.2. Sistema de frenado de socorro
 - 1.2.1.1.2.1. Ensayo de tipo 0 con el motor desembragado y el vehículo cargado (este ensayo puede omitirse si es cubierto por ensayos con arreglo al punto 1.2.2 del presente anexo).
 - 1.2.1.1.3. Sistema de frenado de estacionamiento

(Solo aplicable si los frenos cuya homologación se solicita se utilizan para el estacionamiento).
 - 1.2.1.1.3.1. Ensayo en pendiente descendente del 18 % con el vehículo cargado
 - 1.2.1.2. El vehículo deberá cumplir todos los requisitos pertinentes establecidos en el Reglamento n° 13, anexo 4, punto 2, para esa categoría de vehículos.
 - 1.2.2. Requisitos adicionales (ensayo de semieje)

En los ensayos mencionados más adelante, el vehículo estará cargado al máximo y todos los accionamientos del freno se harán con el motor desembragado, estando situado el vehículo en una calzada plana.

El sistema de mando del freno de servicio del vehículo dispondrá de un medio para aislar los frenos de los ejes delantero y trasero, de manera que puedan utilizarse los unos independientemente de los otros.

En caso de que sea necesaria la homologación de los conjuntos de forro de freno o de los forros de freno de tambor para los frenos del eje delantero, los frenos del eje trasero no deberán accionarse durante el ensayo.

En caso de que sea necesaria la homologación de los conjuntos de forro de freno o de los forros de freno de tambor para los frenos del eje trasero, los frenos del eje delantero no deberán accionarse durante el ensayo.

1.2.2.1. Ensayo de equivalencia de la eficacia en frío

Se comparará la eficacia en frío del conjunto de forro de freno de repuesto o los forros de freno de tambor de repuesto con la del conjunto de forro de freno de origen o los forros de freno de tambor de origen mediante el cotejo de los resultados de los ensayos aplicando el método siguiente:

1.2.2.1.1. Acciónese como mínimo seis veces el freno a incrementos espaciados del esfuerzo sobre el pedal o la presión en el conducto hasta que se bloquee la rueda, se alcance una desaceleración media estabilizada de $3,5 \text{ m/s}^2$ o se ejerza la máxima fuerza del pedal permitida o de la presión en el conducto partiendo de la velocidad inicial de 45 km/h y una temperatura del freno $\leq 100 \text{ }^\circ\text{C}$ al principio de cada accionamiento.

1.2.2.1.2. Anótese y trácese la fuerza del pedal o la presión en el conducto y la desaceleración media estabilizada en cada accionamiento y determínese la fuerza del pedal o la presión en el conducto necesarias para alcanzar (si es posible) una desaceleración media estabilizada de 3 m/s^2 . Si no puede alcanzarse este valor determínese la fuerza del pedal o la presión en el conducto requeridas para lograr la desaceleración máxima.

1.2.2.1.3. Se considerará que las características de eficacia del conjunto de forro de freno de repuesto o de los forros de freno de tambor de repuesto son similares a las del conjunto de forro de freno de origen o a las de los forros de freno de tambor de origen si las desaceleraciones medias estabilizadas obtenidas con la misma fuerza sobre el mando o igual presión en el conducto en los dos tercios superiores de la curva generada están dentro del 15 % de las obtenidas con el conjunto de forro de freno de origen o los forros de freno de tambor de origen.

1.2.2.2. Ensayo de sensibilidad a la velocidad

1.2.2.2.1. Utilizando la fuerza del pedal obtenida del punto 1.2.2.1.2 del presente anexo y con una temperatura inicial del freno $\leq 100 \text{ }^\circ\text{C}$, acciónese tres veces el freno a partir de cada una de las velocidades siguientes:

de 40 km/h a 20 km/h,

de 60 km/h a 40 km/h y

de 80 km/h a 60 km/h (si $v_{\text{max}} \geq 90 \text{ km/h}$).

1.2.2.2.2. Obtégase la media de los resultados de cada grupo de tres accionamientos y trácese la velocidad en relación con la correspondiente desaceleración media estabilizada.

1.2.2.2.3. Las desaceleraciones medias estabilizadas registradas a las velocidades más altas estarán situadas dentro del 25 % de las registradas para las velocidades más bajas.

2. Ensayo en dinamómetro de inercia

2.1. Equipo de ensayo

En los ensayos, el dinamómetro de inercia estará equipado con el freno del vehículo en cuestión. El dinamómetro tendrá los instrumentos necesarios para registrar continuamente la velocidad de rotación, el par de frenado, la presión en el conducto, el número de rotaciones después del accionamiento del freno, el período de frenado y la temperatura del rotor del freno.

2.1.1. Condiciones de ensayo

2.1.1.1. La masa de rotación del dinamómetro equivaldrá a la mitad de la porción del eje de 0,55 de la masa máxima del vehículo y el radio de rodadura del neumático más grande autorizado para dicho(s) tipo(s) de vehículo.

2.1.1.2. La velocidad inicial de rotación del dinamómetro equivaldrá a la velocidad lineal del vehículo según se determina en los puntos siguientes y se basará en la media de los radios de rodadura dinámicos de los neumáticos más grandes y más pequeños autorizados para tal(es) tipo(s) de vehículo.

2.1.1.3. Los conjuntos de forro de freno o forros de freno de tambor que se vayan a ensayar se instalarán en el freno y, mientras no se establezca un procedimiento de bruñido, se bruñirán siguiendo las instrucciones del fabricante de común acuerdo con el servicio técnico.

- 2.1.1.4. Si se utiliza aire para enfriar el freno, la velocidad del flujo de aire en el freno será:

$$v_{\text{air}} = 0,33v$$

donde:

v = velocidad de ensayo del vehículo al inicio del frenado.

- 2.1.1.5. El cilindro de accionamiento instalado en el freno tendrá el tamaño más pequeño autorizado para dicho(s) tipo(s) de vehículo.

2.2. Ensayos y requisitos

2.2.1. Ensayos derivados del Reglamento n° 13

2.2.1.1. Ensayo de tipo 0

Partiendo de la velocidad inicial de 60 km/h y una temperatura del freno ≤ 100 °C al principio de cada accionamiento, acci3nase el freno como m3nimo seis veces a intervalos espaciados de la presi3n en el conducto hasta llegar a la presi3n que garantiza permanentemente el sistema de frenado del tipo o tipos de veh3culo (por ejemplo, presi3n de conexi3n del compresor). Deber3 alcanzarse una desaceleraci3n media estabilizada de al menos 5 m/s².

2.2.1.2. Ensayo de tipo 0, eficacia a alta velocidad

Acci3nase el freno tres veces con una temperatura de freno ≤ 100 °C al principio de cada accionamiento a partir de una velocidad de 100 km/h cuando la homologaci3n est3 destinada a veh3culos de la categor3a N₂ y 90 km/h cuando la homologaci3n est3 destinada a veh3culos de las categor3as M₃ y N₃ utilizando la presi3n en el conducto garantizada seg3n se define en el punto 2.2.1.1. El valor medio de la desaceleraci3n media estabilizada de los tres accionamientos ser3 al menos de 4 m/s².

2.2.1.3. Ensayo de tipo I

2.2.1.3.1. Procedimiento de calentamiento

Real3cense 20 frenadas interrumpidas con $v_1 = 60$ km/h y $v_2 = 30$ km/h con una duraci3n de ciclo de 60 s empezando a una temperatura del freno ≤ 100 °C en el primer accionamiento. La presi3n en el conducto corresponder3 a una desaceleraci3n de 3 m/s² en el primer accionamiento y permanecer3 constante en los accionamientos sucesivos.

2.2.1.3.2. Eficacia en caliente

Una vez terminado el procedimiento de calentamiento, se medir3 la eficacia en caliente en las condiciones del punto 2.2.1.1 anterior con la misma presi3n en el conducto garantizada tal como se define en el punto mencionado (la temperatura podr3 variar). La desaceleraci3n media estabilizada con el freno caliente no ser3 inferior al 60 % del valor alcanzado con el freno fr3o o 4 m/s².

2.2.1.3.3. Recuperaci3n

Empezando 120 s despu3s del accionamiento del freno para comprobar la eficacia en caliente, real3cense cinco paradas completas con la presi3n en el conducto utilizada en el punto 2.2.1.3.1 anterior y con intervalos de al menos dos minutos a partir de la velocidad inicial de 60 km/h. Al principio del quinto accionamiento la temperatura del freno ser3 ≤ 100 °C y la desaceleraci3n media estabilizada estar3 dentro del 10 % de la calculada con el cociente entre la presi3n en el conducto y la desaceleraci3n del ensayo de tipo 0 a 60 km/h.

2.2.1.4. Ensayo de tipo II

2.2.1.4.1. Procedimiento de calentamiento

Los frenos se calentarn3 mediante una presi3n constante de frenado que corresponder3 a una desaceleraci3n de 0,15 m/s² a una velocidad constante de 30 km/h durante un per3odo de 12 minutos.

2.2.1.4.2. Eficacia en caliente

Una vez terminado el procedimiento de calentamiento, se medir3 la eficacia en caliente en las condiciones del punto 2.2.1.1 anterior con la misma presi3n en el conducto garantizada tal como se define en el punto mencionado (la temperatura podr3 variar). La desaceleraci3n media estabilizada durante el ensayo no ser3 inferior a 3,75 m/s².

- 2.2.1.5. Ensayo estático para la eficacia en estacionamiento
- 2.2.1.5.1. Para toda la gama de accionamientos determinar el caso más desfavorable en lo relativo a la fuerza ejercida sobre el pedal del freno, la masa máxima del vehículo que debe frenarse por eje, y el radio de los neumáticos.
- 2.2.1.5.2. Acciónese el freno con la fuerza determinada anteriormente en el punto 2.2.1.5.1.
- 2.2.1.5.3. Ejérzase lentamente una presión cada vez más fuerte sobre el eje dinamométrico para que gire el tambor o el disco. Mídase el par producido sobre el freno en el momento en que el eje dinamométrico empieza a moverse y calcúlese la fuerza correspondiente de frenado del eje utilizando el radio del neumático según se determina en el punto 2.2.1.5.1.
- 2.2.1.5.4. La fuerza de frenado medida con arreglo al punto 2.2.1.5.3 dividida por la mitad de la masa del vehículo según se determina en el punto 2.2.1.5.1 deberá dar al menos un cociente de 0,18.
- 2.2.2. Ensayo de equivalencia de la eficacia en frío
- Se comparará la eficacia en frío del conjunto de forro de freno de repuesto o de los forros de freno de tambor de repuesto con la del conjunto de forro de freno de origen o el de los forros de freno de tambor de origen mediante el cotejo de los resultados del ensayo de tipo 0 tal como se describe en el punto 2.2.1.1.
- 2.2.2.1. El ensayo de tipo 0 descrito en el punto 2.2.1.1 se realizará con un juego del conjunto de forro de freno de origen o de forros de freno de tambor de origen.
- 2.2.2.2. Se considerará que las características de eficacia del conjunto de forro de freno de repuesto o de los forros de freno de tambor de repuesto son similares a las del conjunto de forro de freno de origen o a las de los forros de freno de tambor de origen si la desaceleración media estabilizada con la misma presión en el conducto en los dos tercios superiores de la curva generada está dentro del 15 % de las obtenidas con el conjunto de forro de freno de origen o los forros de freno de tambor de origen.
- 2.2.3. Ensayo de sensibilidad a la velocidad
- 2.2.3.1. Utilizando la presión en el conducto garantizada tal como se define en el punto 2.2.1.1 y con una temperatura inicial del freno ≤ 100 °C, acciónese tres veces el freno a partir de cada una de las velocidades siguientes:
- de 60 km/h a 30 km/h,
- de 80 km/h a 60 km/h, y
- de 110km/h a 80 km/h (si $v_{\max} \geq 90$ km/h).
- 2.2.3.2. Obténgase la media de los resultados de cada grupo de tres accionamientos y trácese la velocidad en relación con la correspondiente desaceleración media estabilizada.
- 2.2.3.3. Las desaceleraciones medias estabilizadas registradas a las velocidades más altas estarán situadas dentro del 25 % de las registradas para las velocidades más bajas.
-

ANEXO 5

REQUISITOS APLICABLES A LOS CONJUNTOS DE FORRO DE FRENO DE REPUESTO PARA LOS VEHÍCULOS DE LAS CATEGORÍAS O₁ Y O₂

1. Generalidades

El método de ensayo descrito en el presente anexo se basa en un ensayo en dinamómetro de inercia. Los ensayos podrán realizarse, a elección, en un vehículo de ensayo o en un banco de pruebas móvil, siempre que las condiciones sean las mismas y se midan los mismos parámetros que en el ensayo en dinamómetro de inercia.

2. Equipo de ensayo

En los ensayos, el dinamómetro de inercia estará equipado con el freno del vehículo en cuestión. El dinamómetro dispondrá de los aparatos necesarios para registrar continuamente la velocidad de rotación, el par del freno, la presión en el conducto del freno o la fuerza de accionamiento, el número de rotaciones después de accionado el freno, el tiempo de frenado y la temperatura del rotor del freno.

2.1. Condiciones de ensayo

2.1.1. La masa de rotación del dinamómetro equivaldrá a la mitad de la porción pertinente del eje de la masa máxima del vehículo y el radio de rodadura del neumático más grande autorizado para dicho(s) tipo(s) de vehículo.

2.1.2. La velocidad inicial de rotación del dinamómetro equivaldrá a la velocidad lineal del vehículo según se determina en el punto 3.1 del presente anexo y se basará en el radio de rodadura dinámico del neumático más pequeño autorizado para tal(es) tipo(s) de vehículo.

2.1.3. Los forros de freno que se vayan a ensayar se instalarán en los frenos correspondientes y, mientras no se establezca un procedimiento de bruñido, se bruñirán siguiendo las instrucciones del fabricante de común acuerdo con el servicio técnico.

2.1.4. Si se utiliza aire para enfriar el freno, la velocidad del flujo de aire en el freno será:

$$v_{\text{air}} = 0,33v$$

siendo:

v = velocidad de ensayo del vehículo al inicio del frenado.

2.1.5. El dispositivo de accionamiento instalado en el freno corresponderá a la instalación del vehículo.

3. Ensayos y requisitos

3.1. Ensayo de tipo 0

Partiendo de la velocidad inicial de 60 km/h y una temperatura del freno ≤ 100 °C al principio de cada accionamiento, acciñese el freno como mínimo seis veces seguidas aumentando la presión en el conducto o la fuerza de accionamiento hasta alcanzar la presión máxima del conducto o una desaceleración de 6 m/s². Repítase el último accionamiento del freno utilizando la velocidad inicial de 40 km/h.

3.2. Ensayo de tipo I

3.2.1. Procedimiento de calentamiento

El freno se calentará con una frenada continua según los requisitos del Reglamento n° 13, anexo 4, punto 1.5.2, empezando con una temperatura del rotor del freno ≤ 100 °C.

3.2.2. Eficacia en caliente

Una vez terminado el procedimiento de calentamiento, se medirá la eficacia en caliente partiendo de la velocidad inicial de 40 km/h en las condiciones del punto 3.2.1 anterior con la misma presión en el conducto o fuerza de accionamiento (la temperatura podrá variar). La desaceleración media estabilizada con el freno caliente no será inferior al 60 % del valor alcanzado con el freno frío o 3,5 m/s².

3.3. Ensayo de equivalencia de la eficacia en frío

Se comparará la eficacia en frío del conjunto de forro de freno de repuesto con la del conjunto de forro de freno de origen cotejando los resultados del ensayo de tipo 0 descrito en el punto 3.1.

- 3.3.1. El ensayo de tipo 0 descrito en el punto 3.1 se realizará con un juego del conjunto de forro de freno de origen.
- 3.3.2. Se considerará que las características de eficacia del conjunto de forro de freno de repuesto son similares a las del conjunto de forro de freno de origen si la desaceleración media estabilizada con la misma presión en el conducto o fuerza de accionamiento sobre el mando o igual presión en el conducto en los dos tercios superiores de la curva generada están dentro del 15 % de las obtenidas con el conjunto de forro de freno de origen.
-

ANEXO 6

REQUISITOS APLICABLES A LOS CONJUNTOS DE FORRO DE FRENO DE REPUESTO Y A LOS FORROS DE FRENO DE TAMBOR DE REPUESTO PARA LOS VEHÍCULOS DE LAS CATEGORÍAS O₃ Y O₄

1. Condiciones de ensayo

Los ensayos prescritos en el presente anexo pueden realizarse o bien en un vehículo de ensayo, o en un dinamómetro de inercia, o en un banco de pruebas móvil, en las mismas condiciones mencionadas en el Reglamento 13, anexo 11, apéndice 2, puntos 3.1 a 3.4.

Los forros de freno que se vayan a ensayar se instalarán en los frenos correspondientes y, mientras no se establezca un procedimiento de bruñido, se rodarán siguiendo las instrucciones del fabricante de común acuerdo con el servicio técnico.

2. Ensayos y requisitos

2.1. Conformidad con el Reglamento n° 13, anexo 11

Los frenos se ensayarán con arreglo a lo dispuesto en el Reglamento n° 13, anexo 11, apéndice 2, punto 3.5.

2.1.1. Los resultados se ofrecerán de forma acorde con el Reglamento n° 13, anexo 11, apéndice 3.

2.1.2. Se hará una comparación entre estos resultados y los obtenidos con los conjuntos de forro de freno de origen o forros de freno de tambor de origen en las mismas condiciones.

2.1.3. La eficacia en caliente alcanzada, con el mismo par aplicado, del conjunto de forro de freno o forro de freno de tambor en el ensayo de tipo I o en el ensayo de tipo III (según proceda) deberá ser:

- a) igual o superior a la eficacia en caliente del conjunto de forro de freno de origen o forro de freno de tambor de origen, o
- b) al menos el 90 % de la eficacia en frío del conjunto de forro de freno de repuesto o forro de freno de tambor de repuesto.

El recorrido correspondiente del actuador no debe ser ≥ 110 % del valor logrado con el conjunto de forro de freno de origen o forro de freno de tambor de origen y no debe superar el valor s_p según se define en el anexo 11, apéndice 2, punto 2, del Reglamento n° 13. En caso de que el conjunto de forro de freno de origen o el forro de freno de tambor de origen se haya ensayado para comprobar si cumple los requisitos de ensayo del tipo II, los requisitos mínimos del Reglamento n° 13, anexo 4, punto 1.7.2 (ensayo de tipo III) son aplicables al conjunto de forro de freno de repuesto o forro de freno de tambor de repuesto.

2.2. Ensayo de equivalencia de la eficacia en frío (tipo 0)

2.2.1. Siguiendo las condiciones del punto 1 del presente anexo y partiendo de la velocidad inicial de 60 km/h con una temperatura de freno ≤ 100 °C, acciÓnese el freno seis veces a intervalos espaciados de la fuerza del dispositivo o de la presión en el conducto hasta 6,5 bares o hasta lograr una desaceleración de 6 m/s².

2.2.2. AnÓtese y trácese la fuerza ejercida sobre el mando o la presión en el conducto y el momento medio de frenado o la desaceleración media estabilizada para cada accionamiento.

2.2.3. Compárense los resultados con los obtenidos con los conjuntos de forro de freno de origen o forros de freno de tambor de origen en las mismas condiciones del ensayo.

2.2.4. Se considerará que las características de eficacia del conjunto de forro de freno de repuesto o de los forros de freno de tambor de repuesto son similares a las del conjunto de forro de freno de origen o a las de los forros de freno de tambor de origen si la desaceleración media estabilizada con la misma fuerza sobre el pedal del freno o igual presión en el conducto en los dos tercios superiores de la curva generada está entre el - 5 % y el + 15 % de las obtenidas con el conjunto de forro de freno de origen o los forros de freno de tambor de origen.

ANEXO 7

REQUISITOS APLICABLES A LOS CONJUNTOS DE FORRO DE FRENO DE REPUESTO PARA LOS VEHÍCULOS DE LA CATEGORÍA L

1. Condiciones de ensayo
 - 1.1. Se equipará un vehículo representativo del tipo o tipos cuyo conjunto de forro de freno de repuesto se quiere homologar con un conjunto de forro de freno de repuesto del tipo para el que se solicita la homologación y con los instrumentos necesarios para ensayar el freno que exige el Reglamento n° 78.
 - 1.2. Los conjuntos de forro de freno que se vayan a ensayar se instalarán en los frenos correspondientes y, mientras no se establezca un procedimiento de bruñido, se bruñirán siguiendo las instrucciones del fabricante de común acuerdo con el servicio técnico.
 - 1.3. En el caso de los conjuntos de forro de freno para vehículos con un sistema de frenado combinado en el sentido del apartado 2.9 del Reglamento n° 78, deberán ensayarse la combinación o las combinaciones de conjuntos de forro de freno para el eje delantero y trasero al que está destinada la homologación.

La combinación podrá consistir en conjuntos de forro de freno de repuesto tanto para ambos ejes como para un conjunto de forro de freno de repuesto en un eje y un conjunto de forro de freno de origen en el otro.

2. Ensayos y requisitos
 - 2.1. Conformidad con el Reglamento n° 78
 - 2.1.1. El sistema de frenado del vehículo se ensayará con arreglo a los requisitos exigidos a la categoría del vehículo en cuestión (L₁, L₂, L₃, L₄ o L₅) en el Reglamento n° 78, anexo 3, punto 1. Los requisitos o ensayos aplicables son:
 - 2.1.1.1. Ensayo de tipo 0 con el motor desembragado

El ensayo solo se debe realizar en condición de carga. Acciónese como mínimo seis veces el freno a incrementos espaciados de la fuerza ejercida sobre el pedal o la presión en el conducto hasta obtener el bloqueo de las ruedas, o hasta una desaceleración de 6 m/s² o hasta que la fuerza ejercida sobre el pedal sea la máxima permitida.
 - 2.1.1.2. Ensayo de tipo 0 con el motor embragado

Solo aplicable a los vehículos de las categorías L₃, L₄ y L₅.
 - 2.1.1.3. Ensayo de tipo 0 con frenos húmedos

No aplicable a vehículos de la categoría L₅ o en casos de frenos de tambor o frenos de disco totalmente protegidos no sujetos a este ensayo para su homologación conforme al Reglamento n° 78.
 - 2.1.1.4. Ensayo de tipo I

Solo aplicable a los vehículos de las categorías L₃, L₄ y L₅.
 - 2.1.2. El vehículo deberá cumplir todos los requisitos pertinentes establecidos en el Reglamento n° 78, anexo 3, punto 2, para esa categoría de vehículos.
 - 2.2. Requisitos adicionales
 - 2.2.1. Ensayo de equivalencia de la eficacia en frío

Se comparará la eficacia en frío del conjunto de forro de freno de repuesto con la del conjunto de forro de freno de origen cotejando los resultados del ensayo de tipo 0 descrito en el punto 2.1.1.1.

 - 2.2.1.1. El ensayo de tipo 0 descrito en el punto 2.1.1.1 se realizará con un juego del conjunto de forro de freno de origen.
 - 2.2.1.2. Se considerará que las características de eficacia del conjunto de forro de freno de repuesto son similares a las del conjunto de forro de freno de origen si la desaceleración media estabilizada con la misma presión en el conducto en los dos tercios superiores de la curva generada están dentro del 15 % de las obtenidas con el conjunto de forro de freno de origen.

2.2.2. Ensayo de sensibilidad a la velocidad

Este ensayo solo es aplicable para vehículos de las categorías L₃, L₄ y L₅ y se realizará con el vehículo cargado en las condiciones del ensayo de tipo 0 con el motor desembragado. Sin embargo, las velocidades de ensayo son diferentes.

2.2.2.1. A partir de los resultados del ensayo de tipo 0 según lo descrito en el punto 2.1.1.1, determínese la fuerza ejercida sobre el pedal o la presión en el conducto correspondiente a la desaceleración media estabilizada mínima requerida para esa categoría de vehículo.

2.2.2.2. Utilizando la fuerza ejercida sobre el pedal o la presión en el conducto que se determina en el punto 2.2.1.1 y con una temperatura inicial del freno ≤ 100 °C, acci3n3nese tres veces el freno a partir de cada una de las velocidades siguientes:

40 km/h y 80 km/h, y 120 km/h (si $v_{\max} \geq 130$ km/h).

2.2.2.3. Obt3ngase la media de los resultados de cada grupo de tres accionamientos y tr3cese la velocidad en relaci3n con la correspondiente desaceleraci3n media estabilizada.

2.2.2.4. Las desaceleraciones medias estabilizadas registradas a las velocidades m3s altas estar3n situadas dentro del 15 % de las registradas para las velocidades m3s bajas.

ANEXO 8

Prescripciones t3cnicas para conjuntos de forro de freno de repuesto destinados al uso en sistemas de frenado de estacionamiento separados que sean independientes del sistema de frenado de servicio del veh3culo

1. Conformidad con los Reglamentos n3 13 o n3 13-H

El cumplimiento de los requisitos de los Reglamentos n3 13 o n3 13-H se demostrar3 mediante un ensayo en veh3culo.

1.1. Ensayo en veh3culo

Se equipar3 un veh3culo representativo del tipo o tipos cuyo conjunto de forro de freno de repuesto se quiere homologar con un conjunto de forro de freno de repuesto del tipo para el que se solicita la homologaci3n y con los instrumentos necesarios para ensayar el freno que exigen los Reglamentos n3 13 o n3 13-H, seg3n corresponda. El veh3culo estar3 cargado al m3ximo. Los forros de frenos presentados a ensayo estar3n instalados en los frenos correspondientes y no se bruñir3n.

1.2. El sistema de frenado de estacionamiento del veh3culo se ensayar3 con arreglo a todos los requisitos pertinentes del Reglamento n3 13, anexo 4, punto 2.3, o del Reglamento n3 13-H, anexo 3, punto 2.3, seg3n corresponda teniendo en cuenta la homologaci3n original del sistema.

ANEXO 9

PROCEDIMIENTOS ADICIONALES ESPECIALES RELATIVOS A LA CONFORMIDAD DE LA PRODUCCIÓN

PARTE A

Determinación del comportamiento ante la fricción mediante ensayo en máquina

1. Introducción

La parte A se aplica a los conjuntos de forro de freno de repuesto o los forros de freno de tambor de repuesto homologados conforme al presente Reglamento.
- 1.1. Se ensayarán las muestras de conjuntos de forro de freno de repuesto en una máquina capaz de generar las condiciones de ensayo y aplicar los procedimientos de ensayo descritos en el presente anexo.
- 1.2. Se evaluarán los resultados del ensayo para determinar el comportamiento de la muestra ante la fricción.
- 1.3. Se comparará el comportamiento ante la fricción de las muestras para evaluar su conformidad con la norma registrada para un tipo de conjunto de forro de freno de repuesto.
2. Conjuntos de forro de freno de repuesto para vehículos de las categorías M₁, M₂, N₁, O₁, O₂ y L.
 - 2.1. Equipo
 - 2.1.1. La máquina estará diseñada para aceptar y hacer funcionar un freno de tamaño natural similar a los instalados en el eje del vehículo utilizado para los ensayos de homologación del apartado 5 del presente Reglamento.
 - 2.1.2. La velocidad de rotación del disco o del tambor será de 660 ± 10 1/min ⁽¹⁾ sin carga y no inferior a 600 1/min a plena carga.
 - 2.1.3. Los ciclos de ensayo y los accionamientos del freno durante los ciclos serán ajustables y automáticos.
 - 2.1.4. Se registrarán el par resultante o la presión del freno (método del par constante) y la temperatura en la superficie de trabajo.
 - 2.1.5. Se hará lo necesario para enviar aire destinado al enfriamiento a través del freno a un caudal de 600 ± 60 m³/h.
 - 2.2. Procedimiento de ensayo
 - 2.2.1. Preparación de muestras

El plan de rodaje del fabricante deberá garantizar un mínimo del 80 % de superficie de contacto en los conjuntos de cojinete sin superar una temperatura en esa superficie de 300 °C, y del 70 % de superficie de contacto en los conjuntos de zapata primarias, sin superar una temperatura en la superficie de 200 °C.
 - 2.2.2. Programa de ensayo

El programa de ensayo incluirá una serie de ciclos de frenado consecutivos, cada uno de los cuales incluirá X intervalos de frenado de 5 segundos de accionamiento del freno seguidos de 10 segundos sin accionarlo.

Podrá aplicarse uno de los dos métodos siguientes:
- 2.2.2.1. Programa de ensayo a presión constante
 - 2.2.2.1.1. Conjuntos de cojinete

La presión hidráulica p en el pistón o pistones del calibre será constante aplicando la siguiente fórmula:

$$P = \frac{M_d}{0,57 \cdot r_w \cdot A_k}$$

⁽¹⁾ En el caso de los vehículos de las categorías L₁ y L₂, podrá utilizarse una velocidad de ensayo más baja.

$M_d = 150 \text{ Nm}$ para $A_k \leq 18,1 \text{ cm}^2$

$M_d = 300 \text{ Nm}$ para $A_k > 18,1 \text{ cm}^2$

A_k = área del pistón o pistones del calibrador

r_w = radio efectivo del disco

Nº del ciclo	Nº de accionamientos del freno X	Temperatura inicial del rotor del freno (°C)	Temperatura máxima del rotor del freno (°C)	Enfriamiento forzado
1	1 × 10	≤ 60	libre	no
2-6	5 × 10	100	libre (350) ⁽¹⁾	no
7	1 × 10	100	libre	sí

⁽¹⁾ En el caso de los vehículos de la categoría L, la temperatura estará limitada a 350 °C. Si fuera necesario, el número de accionamientos por ciclo deberá reducirse en consecuencia. Sin embargo, en ese caso, el número de ciclos aumentará para mantener constante el número total de accionamientos.

2.2.2.1.2. Conjuntos de zapata

La presión media de contacto en la superficie de trabajo del forro de freno será constante de $22 \pm 6 \text{ N/cm}^2$ calculada para un freno estático no autorrecargante.

Nº del ciclo	Nº de accionamientos del freno X	Temperatura inicial del rotor del freno (°C)	Temperatura máxima del rotor del freno (°C)	Enfriamiento forzado
1	1 × 10	≤ 60	200	sí
2	1 × 10	100	libre	no
3	1 × 10	100	200	sí
4	1 × 10	100	libre	no

2.2.2.2. Programa de ensayo con par constante

Este método se aplicará solo a conjuntos de cojinete. El par de frenado será constante con una tolerancia de $\pm 5 \%$ y ajustado para garantizar las temperaturas máximas del rotor del freno indicadas en el cuadro siguiente.

Nº del ciclo	Nº de accionamientos del freno X	Temperatura inicial del rotor del freno (°C)	Temperatura máxima del rotor del freno (°C)	Enfriamiento forzado
1	1 × 5	≤ 60	300-350 (200-250) ⁽¹⁾	no
2-4	3 × 5	100	300-350 (200-250)	no
5	1 × 10	100	500-600 (300-350)	no
6-9	4 × 5	100	300-350 (200-250)	no
10	1 × 10	100	500-600 (300-350)	no
11-13	3 × 5	100	300-350 (200-250)	no
14	1 × 5	≤ 60	300-350 (200-250)	no

⁽¹⁾ Valores entre paréntesis para los vehículos de la categoría L.

2.3. Evaluación de los resultados del ensayo

El comportamiento ante la fricción está determinado por el par de frenado anotado en puntos seleccionados del programa de ensayo. Siendo el factor del freno constante (por ejemplo, en un freno de disco), el par de frenado podrá convertirse en coeficiente de fricción.

- 2.3.1. Conjuntos de cojinete
- 2.3.1.1. El coeficiente funcional de fricción (μ_{op}) será la media de los valores registrados del ciclo 2 al 7 (método de la presión constante) o durante los ciclos 2 a 4, 6 a 9 y 11 a 13 (método del par constante); la medición se realizará un segundo después de comenzar la primera aplicación de los frenos de cada ciclo.
- 2.3.1.2. El coeficiente máximo de fricción (μ_{max}) será el valor más elevado registrado en todos los ciclos.
- 2.3.1.3. El coeficiente mínimo de fricción (μ_{min}) será el valor más bajo registrado en todos los ciclos.
- 2.3.2. Conjuntos de zapata
- 2.3.2.1. El par medio (M_{mean}) será la media de los valores máximo y mínimo del par de frenado registrados durante la quinta aplicación del freno en los ciclos 1 y 3.
- 2.3.2.2. El par en caliente (M_{hot}) será el par de frenado mínimo alcanzado en los ciclos 2 y 4. Si la temperatura supera los 300 °C durante esos ciclos, se tomará el valor a 300 °C como M_{hot} .
- 2.4. Criterios de aceptación
- 2.4.1. Se adjuntará a cada solicitud de homologación de un tipo de conjunto de forro de freno:
- 2.4.1.1. en el caso de los conjuntos de cojinete, los valores correspondientes a μ_{op} , μ_{min} , μ_{max} ;
- 2.4.1.2. en el caso de los conjuntos de zapata, los valores correspondientes a M_{mean} y M_{hot} .
- 2.4.2. Durante la producción de un tipo de conjunto de forro de freno homologado, las muestras de ensayo deberán demostrar el cumplimiento de los valores registrados según el punto 2.4.1 del presente anexo con las tolerancias siguientes:
- 2.4.2.1. En el caso de cojinetes para frenos de disco:
- $\mu_{op} \pm 15\%$ del valor registrado;
- $\mu_{min} \geq$ valor registrado;
- $\mu_{max} \leq$ valor registrado.
- 2.4.2.2. En el caso de los forros para frenos de tambor de un solo cilindro:
- $M_{mean} \pm 20\%$ del valor registrado;
- $M_{hot} \geq$ valor registrado.
3. Conjuntos de forro de freno y forros de freno de tambor para los vehículos de las categorías M₃, N₂, N₃, O₃ y O₄
- 3.1. Equipo
- 3.1.1. La máquina estará equipada con un freno de disco del tipo de mordaza fija con un diámetro de cilindro de 60 mm y un disco macizo (no ventilado) que tenga un diámetro de 278 ± 2 mm y un grosor de $12 \text{ mm} \pm 0,5$ mm. Un pedazo rectangular del material de fricción con una zona de $44 \text{ cm}^2 \pm 0,5 \text{ cm}^2$ y un grosor de al menos 6 mm estará fijado al contraplato.
- 3.1.2. La velocidad de rotación del disco será de 660 ± 10 1/min sin carga y no inferior a 600 1/min a plena carga.
- 3.1.3. La presión media de contacto en la superficie de trabajo de los forros de freno será constante a $75 \text{ N/cm}^2 \pm 10 \text{ N/cm}^2$.
- 3.1.4. Los ciclos de ensayo y los accionamientos del freno durante los ciclos serán ajustables y automáticos.
- 3.1.5. Se registrarán el par resultante y la temperatura en la superficie de trabajo.
- 3.1.6. Se hará lo necesario para enviar aire destinado al enfriamiento a través del freno a un caudal de $600 \pm 60 \text{ m}^3/\text{h}$.

3.2. Procedimiento de ensayo

3.2.1. Preparación de muestras

El procedimiento de rodaje del fabricante deberá garantizar un mínimo del 80 % de superficie de contacto sin superar una temperatura en dicha superficie de 200 °C.

3.2.2. Programa de ensayo

El procedimiento de ensayo incluirá una serie de ciclos de frenado consecutivos, cada uno de los cuales incluirá un número X de intervalos de frenado de 5 segundos de accionamiento del freno seguidos de 10 segundos sin accionarlo.

Nº del ciclo	Nº de accionamientos del freno X	Temperatura inicial del rotor del freno (°C)	Enfriamiento forzado
1	5	100	sí
2	5	en aumento pero ≤ 200	no
3	5	200	no
4	5	en aumento pero ≤ 300	no
5	5	300	no
6	3	250	sí
7	3	200	sí
8	3	150	sí
9	10	100	sí
10	5	en aumento pero ≤ 300	no
11	5	300	no

3.3. Evaluación de los resultados del ensayo

El comportamiento ante la fricción está determinado por el par de frenado anotado en determinados ciclos del programa de ensayo. El par de frenado se convertirá en un coeficiente de fricción μ .

El valor μ de cada accionamiento del freno se determinará como el valor medio durante los cinco segundos que dura cada frenada.

3.3.1. El coeficiente operativo de fricción μ_{op1} es el valor medio de μ registrado para los accionamientos del freno en los ciclos 1 y μ_{op2} es el valor medio de μ registrado para los accionamientos del freno en el ciclo 9.

3.3.2. El coeficiente máximo de fricción μ_{max} es el valor más elevado de μ registrado en un accionamiento durante los ciclos 1 a 11, ambos incluidos.

3.3.3. El coeficiente mínimo de fricción μ_{min} es el valor más bajo de μ registrado en un accionamiento durante los ciclos 1 a 11, ambos incluidos.

3.4. Criterios de aceptación

3.4.1. A cada solicitud de homologación de un tipo de conjunto de forro de freno de repuesto o de forros de freno de tambor de repuesto se adjuntarán los valores de μ_{op1} , μ_{op2} , μ_{min} y μ_{max} .

3.4.2. Durante la producción de un tipo de conjunto de forro de freno de repuesto homologado o de forros de freno de tambor repuesto, las muestras de ensayo deberán demostrar el cumplimiento de los valores registrados según el punto 3.4.1 del presente anexo con las tolerancias siguientes:

μ_{op1} , $\mu_{op2} \pm 15\%$ del valor registrado;

$\mu_{min} \geq$ valor registrado;

$\mu_{max} \leq$ valor registrado.

PARTE B

Conformidad de la producción de los discos y tambores de freno

1. Introducción

La parte B se aplica a los discos y tambores de freno de repuesto homologados con arreglo al presente Reglamento.
2. Requisitos

La conformidad de la producción se demostrará mediante controles rutinarios y documentación de, al menos, los elementos siguientes:

 - 2.1. la composición química;
 - 2.2. la microestructura.

La microestructura se caracterizará con arreglo a la norma ISO 945-1:2006

 - a) descripción de la composición de la matriz;
 - b) descripción de la forma, la distribución y el tamaño del grafito.
 - 2.3. Propiedades mecánicas
 - a) resistencia a la tracción medida con arreglo a ISO 6892:1998;
 - b) dureza Brinell medida con arreglo a ISO 6506-1:2005.

En cada caso, las mediciones se realizarán sobre muestras tomadas del disco o tambor de freno mismo.
 - 2.4. Características geométricas

Frenos de disco:

 - a) variación del grosor;
 - b) desviación de la superficie de fricción;
 - c) rugosidad de la superficie de fricción;
 - d) variación del grosor de las paredes del disco (en el caso de discos ventilados).

Tambores de freno:

 - a) ovalidad;
 - b) rugosidad de la superficie de fricción.
 - 2.5. Criterios de aceptación

Se adjuntará a cada solicitud de homologación de un disco o tambor de freno de repuesto información sobre la producción que incluya:

 - a) la composición química y su rango admisible, o cuando proceda, el valor máximo, para cada elemento;
 - b) la microestructura con arreglo al punto 2.2;
 - c) las propiedades mecánicas con arreglo al punto 2.3 y su rango admisible, o cuando proceda, el valor mínimo.

Durante la producción rutinaria de un disco o tambor de freno de repuesto, se demostrará que la producción cumple estas especificaciones registradas.

En el caso de las características geométricas, no se superarán los valores prescritos en el punto 5.3.3.1.1 en el caso de los discos de freno y en el punto 5.3.3.1.2 en el caso de los tambores de freno.

2.6. Documentación

La documentación contendrá los valores máximos y mínimos admisibles del fabricante.

2.7. Frecuencia de los ensayos

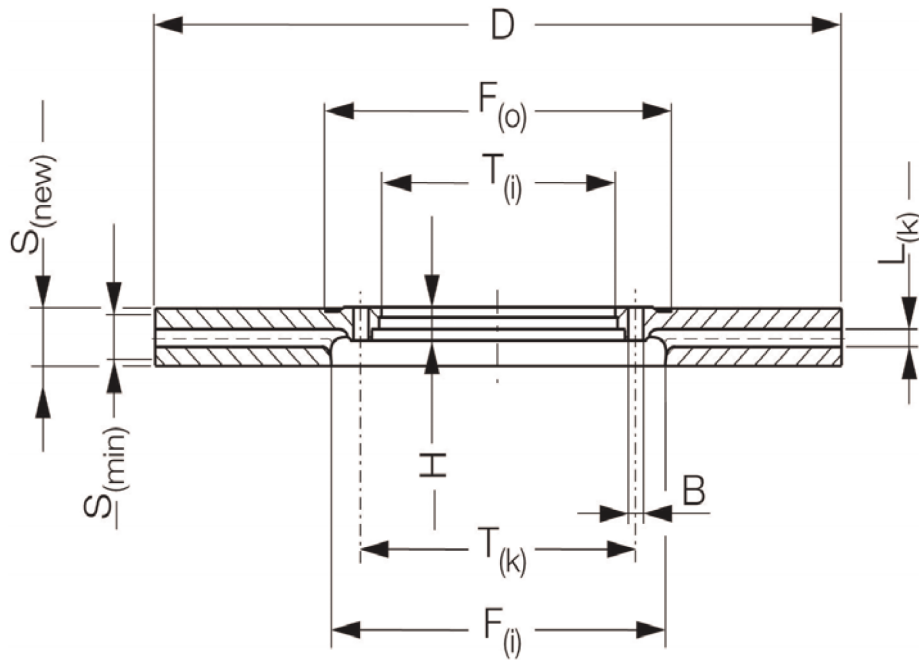
Las mediciones establecidas en el presente anexo se llevarán a cabo para cada lote de producción.

ANEXO 10

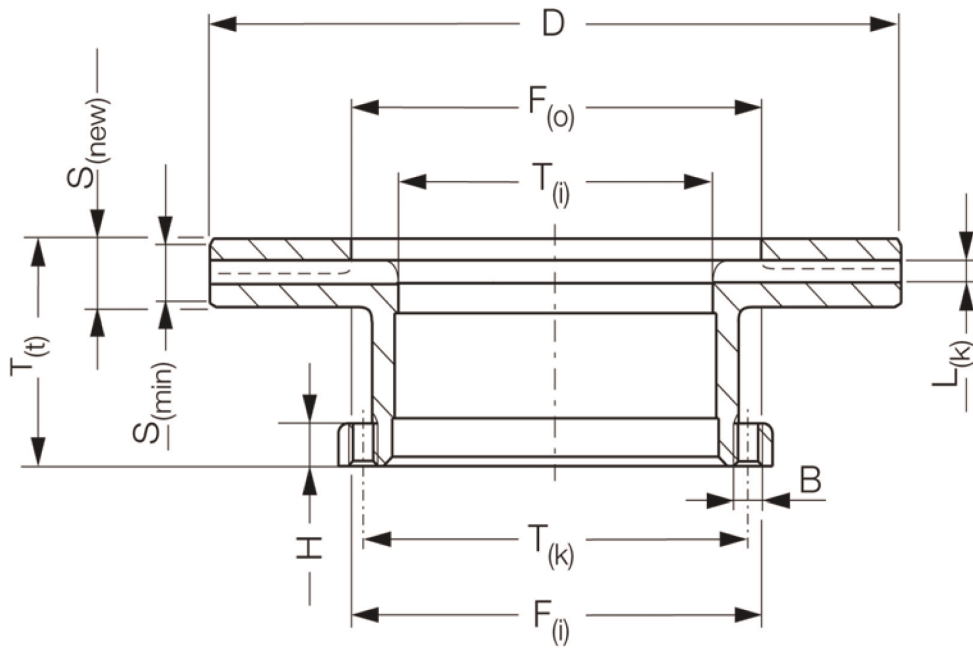
ILUSTRACIONES

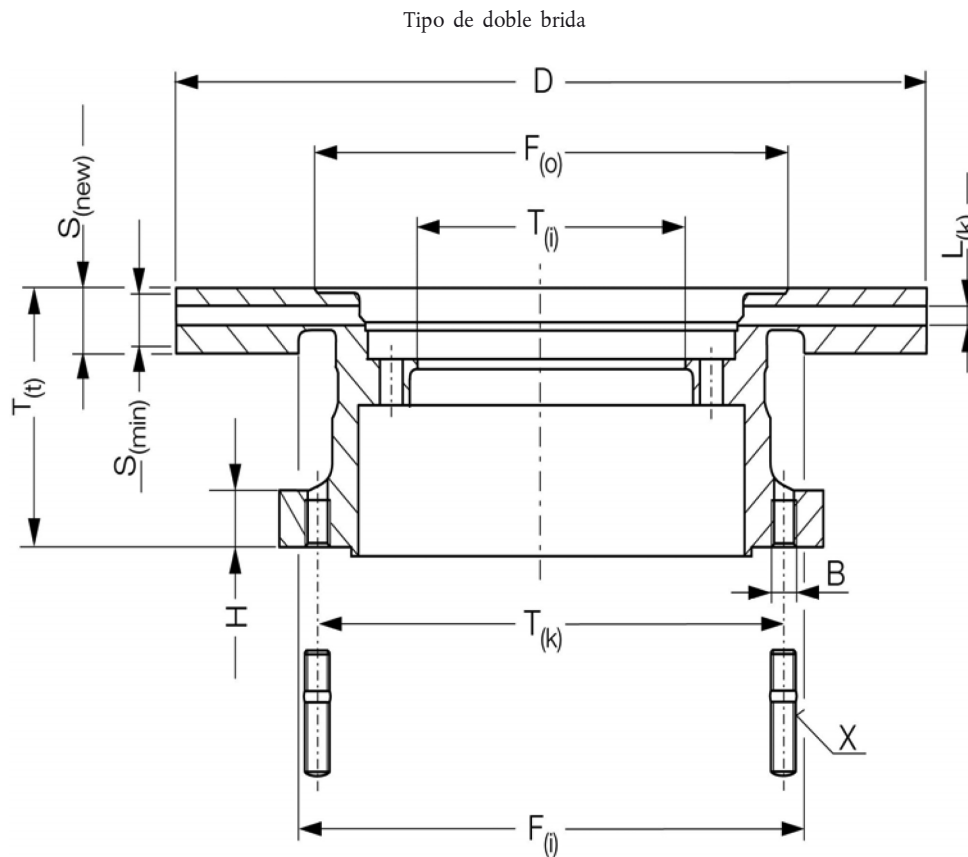
1. Tipos por diseño de frenos de disco (ejemplos)

Tipo plano



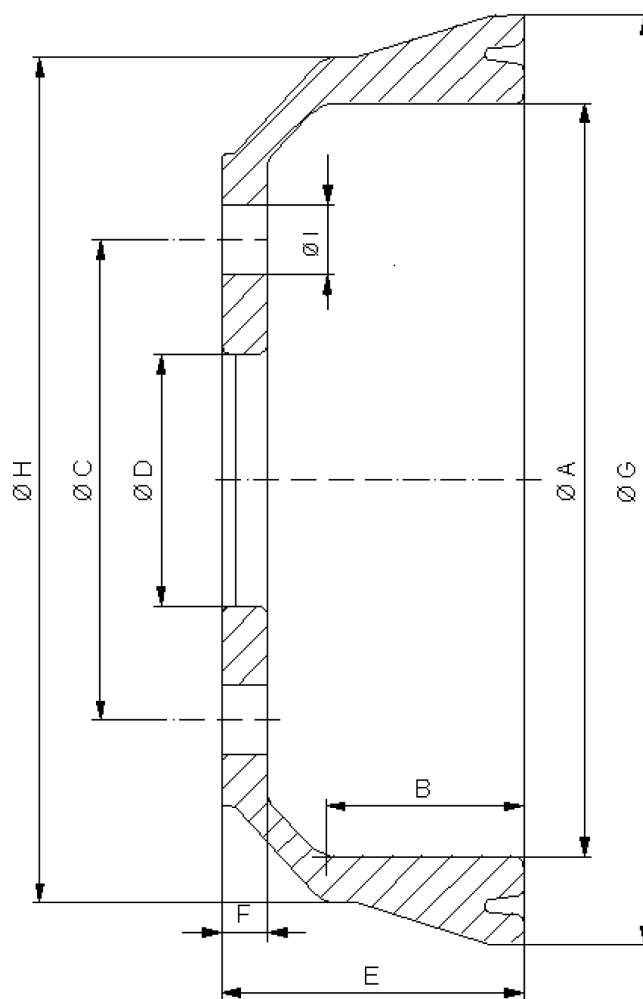
Tipo cilindro





- B Diámetro de los orificios de los pernos de montaje (o tamaño de rosca en el caso de orificios roscados)
- D Diámetro externo del disco
- $F_{(i)}$ Diámetro interno de la superficie de fricción (hacia el interior)
- $F_{(o)}$ Diámetro interno de la superficie de fricción (hacia el exterior)
- H Grosor de la brida de montaje
- $L_{(k)}$ Anchura del canal de enfriamiento (de ventilación)
- $S_{(new)}$ Grosor del disco (nominal)
- $S_{(min)}$ Grosor del disco (grosor mínimo admisible por desgaste)
- $T_{(i)}$ Diámetro interior (diámetro de la espiga de montaje)
- $T_{(k)}$ Número de orificios de pernos de montaje «x» y diámetro del círculo primitivo
- $T_{(t)}$ Longitud global del disco

2. Freno de tambor (ejemplo)



- A Diámetro interior del tambor
- B Anchura de la superficie de fricción
- C Número de orificios de pernos de montaje «x» y diámetro del círculo primitivo
- D Diámetro de la espiga de montaje
- E Anchura exterior del tambor
- F Grosor de la brida de montaje
- G Diámetro exterior del tambor
- H Diámetro del tambor de base
- I Diámetro de los orificios de los pernos de montaje

ANEXO 11

**REQUISITOS APLICABLES A LOS DISCOS O TAMBORES DE FRENO DE REPUESTO CORRESPONDIENTES
A LOS VEHÍCULOS DE LAS CATEGORÍAS M Y N**

1. Descripción general de los ensayos

A continuación se describen los ensayos establecidos en el apartado 5.3 del presente Reglamento, según la categoría del vehículo:

Cuadro A11/1A

Vehículos de las categorías M₁ y N₁

	Ensayo en vehículo	Ensayo alternativo en dinamómetro
Ensayos de eficacia conforme a los Reglamentos n° 13/13-H	2.2.1. Tipo 0, con el motor desembragado	3.4.1. Tipo 0
	2.2.2. Tipo 0, con el motor embragado	3.4.4. Simulación de ensayo de frenado con el motor embragado Velocidad y carga como para el punto 2.2.2
	2.2.3. Tipo I	3.4.2. Tipo I
	2.3. Sistema de frenado de estacionamiento (si procede)	—
Ensayo de comparación con la pieza de origen	2.4. Ensayo de las propiedades dinámicas de rozamiento (ensayo de comparación efectuado en los ejes en cuestión)	3.5. Ensayo de las propiedades dinámicas de rozamiento (ensayo de comparación efectuado en el freno de rueda en cuestión)
Ensayos de integridad	Sin ensayo en vehículo: efectúese ensayo en dinamómetro	4.1. Discos de freno
		4.1.1. Ensayo de fatiga térmica del disco de freno
		4.1.2. Ensayo de carga elevada del disco de freno
		4.2. Tambores de freno
		4.2.1. Ensayo de fatiga térmica del tambor de freno
		4.2.2. Ensayo de carga elevada del tambor de freno

Se someterá a los ensayos de tipo 0 y tipo I a, al menos, un grupo de ensayo (véase la definición en el apartado 5.3.6 del presente Reglamento) por cada tipo de disco o tambor.

Cuadro A11/1B

Vehículos de las categorías M₂, M₃, N₂ y N₃

	Ensayo en vehículo	Ensayo alternativo en dinamómetro
Ensayos de eficacia conforme al Reglamento n° 13	2.2.1. Tipo 0, con el motor desembragado	3.4.1. Tipo 0
	2.2.3. Tipo I	3.4.2. Tipo I
	2.2.4. Tipo II	3.4.3. Tipo II
	2.3. Sistema de frenado de estacionamiento (si exigido)	—

	Ensayo en vehículo	Ensayo alternativo en dinamómetro
Ensayo de comparación con la pieza de origen	2.4. Ensayo de las propiedades dinámicas de rozamiento (ensayo de comparación efectuado en los ejes en cuestión)	3.5. Ensayo de las propiedades dinámicas de rozamiento (ensayo de comparación efectuado en el freno de rueda en cuestión)
Ensayos de integridad	Sin ensayo en vehículo: efectúese ensayo en dinamómetro	4.1. Discos de freno 4.1.1. Fatiga térmica 4.1.2. Ensayo de carga elevada 4.2. Tambores de freno 4.2.1. Fatiga térmica 4.2.2. Ensayo de carga elevada

2. Verificación de los requisitos de ensayo del vehículo

2.1. Vehículo de ensayo

Los vehículos que sean representativos del grupo de ensayo seleccionado (véase la definición en el apartado 5.3.6 del presente Reglamento) para el que se solicita la homologación o un informe de ensayo de un disco/tambor de freno de repuesto estarán equipados con dispositivos para someter a ensayo los frenos conforme a lo dispuesto en los Reglamentos nº 13 o nº 13-H.

El disco/tambor de freno de repuesto será instalado en el eje en cuestión, junto con un forro de freno que le acompañe que haya recibido la homologación de tipo conforme a los Reglamentos nº 13, nº 13-H o nº 90, suministrado por el fabricante del vehículo o del eje.

Excepto en el caso de que se establezca un procedimiento uniforme sobre cómo realizar el frenado, el ensayo se efectuará con arreglo a lo pactado con el servicio técnico. Todos los ensayos enumerados a continuación se efectuarán en frenos que hayan sido sometidos a rodaje.

Se empleará el mismo programa de rodaje tanto para los discos y tambores de freno de origen como para los de repuesto.

2.2. Sistema de frenado de servicio

2.2.1. Ensayos de tipo 0 con el motor desembragado y el vehículo cargado

Este ensayo se realizará de conformidad con el Reglamento nº 13, anexo 4, punto 1.4.2, o el Reglamento nº 13-H, anexo 3, punto 1.4.2.

2.2.2. Ensayos de tipo 0 con el motor embragado y el vehículo vacío y cargado

Este ensayo se realizará de conformidad con el Reglamento nº 13, anexo 4, punto 1.4.3 (ensayo suplementario, comportamiento del vehículo ante el frenado cuando circula a gran velocidad), o el Reglamento nº 13-H, anexo 3, punto 1.4.3.

2.2.3. Ensayo de tipo I

Este ensayo se realizará de conformidad con el Reglamento nº 13, anexo 4, punto 1.5.1, o el Reglamento nº 13-H, anexo 3, punto 1.5.1.

Al término del ensayo de tipo I, la eficacia obtenida con los frenos calientes cumplirá los requisitos establecidos en el Reglamento nº 13, anexo 4, punto 1.5.3, o en el Reglamento nº 13-H, anexo 3, punto 1.5.2.

2.2.4. Ensayo de tipo II

Este ensayo se realizará conforme a lo dispuesto en el Reglamento nº 13, anexo 4, punto 1.6.

2.3. Sistema de frenado de estacionamiento (si exigido)

2.3.1. Si el sistema de freno de servicio y el sistema de freno de estacionamiento utilizan una superficie de fricción de disco o tambor común, no será necesario realizar un ensayo específico del sistema de freno de estacionamiento. Si se supera el ensayo del tipo 0 con el vehículo cargado, se considerará que el sistema de frenado de estacionamiento cumple los requisitos prescritos.

- 2.3.2. Ensayo estático en pendiente descendente del 18 % con el vehículo cargado
- 2.3.3. El vehículo deberá cumplir todas las disposiciones pertinentes establecidas en el Reglamento n° 13, anexo 4, punto 2.3, o en el Reglamento n° 13-H, anexo 3, punto 2.3, aplicables a dicha categoría de vehículos.

- 2.4. Ensayo de las propiedades dinámicas de rozamiento (ensayo de comparación efectuado en los ejes en cuestión)

En este ensayo el vehículo estará cargado y todos los accionamientos del freno se harán en una calzada plana con el motor desembragado.

El sistema de frenado de servicio del vehículo contará con un dispositivo que separe los frenos delanteros de los frenos traseros, de forma que siempre puedan ser accionados independientemente los unos de los otros.

Si se exige la homologación o un informe de ensayo de un repuesto en relación con un disco/tambor de freno de repuesto para los frenos delanteros, los frenos traseros permanecerán inoperativos a lo largo del ensayo.

Si se exige la homologación o un informe de ensayo de un repuesto en relación con un disco/tambor de freno de repuesto para los frenos traseros, los frenos delanteros permanecerán inoperativos a lo largo del ensayo.

- 2.4.1. Ensayo de comparación de la eficacia cuando los frenos están fríos

Con los frenos fríos, la eficacia del disco/tambor de freno de repuesto se comparará con los equivalentes de origen comparando los resultados del ensayo que se describe a continuación.

- 2.4.1.1. Utilizando el disco/tambor de freno de repuesto, acci6nase el freno al menos seis veces consecutivas con distintas fuerzas sobre el mando o presiones de frenado, gradualmente crecientes, como parte del proceso que culmina cuando la rueda se bloquea, o se alcanza una desaceleración media estabilizada de 6 m/s^2 (M_1 , M_2 , N_1) o $3,5 \text{ m/s}^2$ (M_3 , N_2 , N_3), o se llega a la fuerza máxima sobre el mando o la presión máxima sobre el conducto permitida para esta categoría de vehículo, cuya velocidad inicial para el ensayo de los discos y tambores de freno del eje delantero o trasero será la establecida en el cuadro siguiente:

Cuadro A11/2.4.1.1

Categoría de vehículo	Velocidad de ensayo en km/h	
	Eje delantero	Eje trasero
M_1	70	45
M_2	50	40
N_1	65	50
M_3 , N_2 , N_3	45	45

Antes de cada accionamiento del freno, la temperatura inicial del disco/tambor de freno será $\leq 100 \text{ }^\circ\text{C}$.

- 2.4.1.2. El ensayo de frenos descrito en el punto 2.4.1.1 también habrá de realizarse utilizando el disco/tambor de freno de origen.

- 2.4.1.3. Las propiedades dinámicas de rozamiento del disco/tambor de freno de repuesto serán consideradas similares a las del disco/tambor de freno de origen si los valores alcanzados en relación con la desaceleración media estabilizada bajo las mismas presiones de funcionamiento o fuerzas sobre el mando en el área de los 2/3 superiores de la curva generada no se desvían $\pm 10 \%$ o $\pm 0,4 \text{ m/s}^2$ de las del disco/tambor de freno de origen.

3. Ensayo en dinamómetro de inercia

- 3.1. Equipamiento del dinamómetro

Para los ensayos, el dinamómetro estará equipado con la mordaza de freno o el freno de rueda de origen de los vehículos correspondientes. El dinamómetro de inercia contará con un dispositivo de par constante y equipo para registrar continuamente la velocidad de rotación, la presión en el freno, el número de rotaciones una vez iniciado el frenado, el par de frenado, la duración del frenado y la temperatura de los discos/tambores de freno.

3.2. Condiciones de ensayo

3.2.1. Masa de inercia del dinamómetro de inercia

La masa de inercia del dinamómetro de inercia se acercará el máximo posible, con una variación admisible de $\pm 5\%$, al valor requerido teóricamente que corresponde a la parte de la inercia total del vehículo frenada por la rueda correspondiente. La fórmula empleada para los cálculos es la siguiente:

$$I = m \cdot r_{\text{dyn}}^2$$

donde:

$$I = \text{inercia rotativa (kgm}^2\text{)}$$

$$r_{\text{dyn}} = \text{radio de rodadura dinámico del neumático (m)}$$

m = masa de ensayo (parte de la masa máxima del vehículo frenada por la rueda correspondiente) con arreglo a lo dispuesto en el presente Reglamento.

3.2.1.1. Radio de rodadura dinámico

Al calcular la masa de inercia, se tendrá en cuenta el radio de rodadura dinámico (r_{dyn}) del neumático más grande autorizado para el vehículo (o el eje).

3.2.1.2. Masa de ensayo

La masa de ensayo para calcular la masa de inercia será la siguiente:

a) al someter a ensayo discos y tambores de freno del eje delantero:

$$m = \frac{x \cdot m_{\text{veh}}}{2 \cdot n_{\text{front}}} \quad \begin{array}{l} m_{\text{veh}} = \text{masa máxima autorizada del vehículo} \\ n_{\text{front}} = \text{número de ejes delanteros} \end{array}$$

b) al someter a ensayo discos y tambores de freno del eje trasero:

$$m = \frac{y \cdot m_{\text{veh}}}{2 \cdot n_{\text{rear}}} \quad \begin{array}{l} m_{\text{veh}} = \text{masa máxima autorizada del vehículo} \\ n_{\text{rear}} = \text{número de ejes traseros} \end{array}$$

Cuadro A11/3.2.1.2

Categoría de vehículo	Porcentaje de la masa m a tener en cuenta	
	Valor X (eje delantero)	Valor Y (eje trasero)
M_1	77	32
M_2	69	44
N_1	66	39
M_3, N_2, N_3	55	55

3.2.2. La velocidad inicial de rotación del dinamómetro se corresponderá con la velocidad lineal del vehículo a 80 km/h (M_1, N_1) o 60 km/h (M_2, M_3, N_2, N_3) y se basará en la media de los radios de rodadura dinámicos del neumático más grande y más pequeño autorizados.

3.2.3. Enfriamiento

El enfriamiento podrá realizarse con arreglo a los puntos 3.2.3.1 o 3.2.3.2.

3.2.3.1. El ensayo deberá realizarse con una rueda completa (llanta y neumático), montada en la parte móvil del freno tal como lo estaría en el vehículo (caso más desfavorable).

Con respecto a los ensayos de tipo I y tipo II, en los trayectos de calentamiento se podrá utilizar enfriamiento por aire a una velocidad y con un sentido de circulación que simule las condiciones reales; la velocidad de la corriente de aire será $v_{\text{Air}} = 0,33 v$;

donde:

v = velocidad de ensayo del vehículo al inicio del frenado.

En otros casos, el enfriamiento mediante aire no está restringido.

El aire destinado al enfriamiento deberá estar a la temperatura ambiente.

3.2.3.2. Ensayo efectuado sin llanta

Con respecto a los ensayos de tipo I y de tipo II, no se permitirá el enfriamiento durante los trayectos de calentamiento.

En otros casos, el enfriamiento mediante aire no está restringido.

3.2.4. Preparación del freno

3.2.4.1. Frenos de disco

El ensayo se realizará utilizando un disco nuevo con conjuntos de forro de freno nuevos que hayan recibido la homologación de tipo conforme a los Reglamentos n° 13, n° 13-H o n° 90 (en el mismo estado que instalados en el vehículo, por ejemplo, con la grasa de protección eliminada).

3.2.4.2. Frenos de tambor

El ensayo se realizará utilizando un tambor nuevo con conjuntos de forro de freno nuevos que hayan recibido la homologación de tipo conforme a los Reglamentos n° 13, n° 13-H o n° 90 (en su caso, con la grasa de protección eliminada).

Se admitirá la maquinización de los forros para conseguir un buen contacto del forro con el tambor.

3.3. Ensayo de eficacia alternativo en dinamómetro

Cuadro A11/3.3

1a.	En el caso de vehículos de la categoría M ₁ , M ₂ y N ₁ : Véase el procedimiento de rodaje (bruñido) descrito en el anexo 3, punto 2.2.2.3.
1b.	En el caso de vehículos de la categoría M ₃ , N ₂ y N ₃ : Procedimiento de rodaje (bruñido): 100 (disco) o 200 (tambor) accionamientos del freno T _i = 150 °C (disco) o 100 °C (tambor) v _i = 60 km/h d _m = 1 y 2 m/s ² alternativamente
2.	Propiedades dinámicas de fricción, véase el punto 3.5.1 del presente anexo
3.	Ensayo de freno de tipo 0, véase el punto 3.4.1 del presente anexo
4.	Ensayo de freno de tipo I, véase el punto 3.4.2 del presente anexo
5.	Nuevo bruñido: 10 (disco) o 20 (tambor) accionamientos del freno T _i = 150 °C (disco) o 100 °C (tambor) v _i = 60 km/h, d _m = 1 y 2 m/s ² alternativamente
6.	Ensayo de freno de tipo 0, véase el punto 3.4.1 del presente anexo
7.	Simulación de ensayo de freno con el motor embragado, véase el punto 3.4.4 del presente anexo
8.	Nuevo bruñido: (como n° 5)
9.	Propiedades dinámicas de fricción, véase el punto 3.5.1 del presente anexo
10.	Ensayo de freno de tipo II (si procede), véase el punto 3.4.3 del presente anexo

11.	Nuevo bruñido: (como n° 5) Las etapas 12 a 19 tienen carácter opcional (si la activación no es suficiente)
12.	Ensayo de freno de tipo 0, véase el punto 3.4.1 del presente anexo
13.	Ensayo de freno de tipo I, véase el punto 3.4.2 del presente anexo
14.	Nuevo bruñido: (como n° 5)
15.	Propiedades dinámicas de fricción, véase el punto 3.5.1 del presente anexo
16.	Simulación de ensayo de freno con el motor embragado, véase el punto 3.4.4 del presente anexo
17.	Nuevo bruñido: (como n° 5)
18.	Propiedades dinámicas de fricción, véase el punto 3.5.1 del presente anexo
19.	Nuevo bruñido: (como n° 5)

3.4. Sistema de frenado de servicio

3.4.1. Ensayos de freno de tipo 0 con el vehículo cargado

Este ensayo se realizará conforme a lo dispuesto en el Reglamento n° 13, anexo 4, punto 1.4.2, o el Reglamento n° 13-H, anexo 3, punto 1.4.2.

3.4.2. Ensayo del freno de tipo I

Este ensayo se realizará conforme a lo dispuesto en el Reglamento n° 13, anexo 4, punto 1.5.1, o el Reglamento n° 13-H, anexo 3, punto 1.5.1.

Al término del ensayo de tipo I, la eficacia obtenida con los frenos calientes cumplirá los requisitos establecidos en el Reglamento n° 13, anexo 4, punto 1.5.3, o en el Reglamento n° 13-H, anexo 3, punto 1.5.2.

3.4.3. Ensayo del freno de tipo II

Este ensayo se realizará conforme a lo dispuesto en el Reglamento n° 13, anexo 4, punto 1.6.

3.4.4. Simulación de ensayos de frenado con el motor embragado

En lugar del ensayo de tipo 0 con el motor embragado, a efectos del presente Reglamento es admisible realizar un ensayo para simular, para la condición de carga (véase el punto 3.2 del presente anexo), las condiciones de ensayo prescritas para el ensayo de tipo 0 con el motor embragado en el Reglamento n° 13, anexo 4, punto 2.1.1, o en el Reglamento n° 13-H, anexo 3, punto 2.1.1.

3.5. Ensayo de las propiedades dinámicas de rozamiento (ensayo de comparación efectuado en el freno de rueda en cuestión)

Con los frenos fríos, la eficacia del disco/tambor de freno de repuesto se comparará con los equivalentes de origen comparando los resultados del ensayo que se describe a continuación.

3.5.1. Utilizando el disco/tambor de freno de repuesto, acciónese el freno al menos seis veces consecutivas con distintas fuerzas sobre el mando o presiones de frenado, gradualmente crecientes, como parte del proceso que culmina cuando se alcanza una desaceleración media estabilizada de 6 m/s^2 (M_1, M_2, N_1) o 5 m/s^2 (M_3, N_2, N_3). Las fuerzas sobre el mando o la presión en el conducto no superarán la fuerza máxima permitida sobre el mando o la presión sobre el conducto garantizada permanentemente por el sistema de frenado del vehículo (por ejemplo, presión de conexión del compresor). Antes de cada accionamiento del freno, la temperatura inicial del disco/tambor de freno será $\leq 100 \text{ }^\circ\text{C}$.

3.5.2. El ensayo de frenos descrito en el punto 3.5.1 también habrá de realizarse utilizando el disco/tambor de freno de origen.

3.5.3. Las propiedades dinámicas de rozamiento del disco/tambor de freno de repuesto al término del procedimiento (etapas 9 o 18) serán consideradas similares a las del disco/tambor de freno de origen si los valores alcanzados en relación con la desaceleración media estabilizada bajo las mismas presiones de funcionamiento o fuerzas sobre el mando en el área de los 2/3 superiores de la curva generada no se desvían $\pm 8 \%$ o $\pm 0,4 \text{ m/s}^2$ de las del disco/tambor de freno de origen.

4. Ensayos de integridad mediante un dinamómetro de inercia

Los ensayos se realizarán con arreglo al apartado 4.1 (discos) o 4.2 (tambores).

Se requiere un único ensayo por grupo de ensayo, excepto cuando la pieza de recambio no logre el número exigido de ciclos antes del fallo o de sufrir daños (véanse los puntos 4.1.1.1.3 o 4.1.1.2.3 del presente anexo).

El freno debe instalarse en el dinamómetro con arreglo a su posición de instalación en el vehículo (los frenos montados rígidamente o los instalados mediante un eje de mangueta están exentos).

La temperatura del disco/tambor de freno se medirá lo más cerca posible de la superficie de fricción. La medición de la temperatura se registrará y se utilizará el mismo método y el mismo punto de medición en todos los ensayos.

Si se utiliza aire para enfriar el freno durante el accionamiento del mismo o entre accionamientos del freno, la velocidad del flujo de aire en el freno deberá limitarse a $v_{\text{air}} = 0,33 v$

donde:

v = velocidad de ensayo del vehículo al inicio del frenado.

En otros casos, el enfriamiento mediante aire no está restringido.

El aire destinado al enfriamiento estará a la temperatura ambiente.

4.1. Discos de freno

4.1.1. Ensayo de fatiga térmica del disco de freno

El ensayo se realizará utilizando un disco nuevo, una mordaza de freno de origen de los vehículos correspondientes y conjuntos de forro de freno nuevos de los vehículos correspondientes que hayan recibido la homologación de tipo conforme a los Reglamentos nº 13, nº 13-H o nº 90 (en el mismo estado que instalados en el vehículo, por ejemplo, con la grasa de protección eliminada).

Durante el ensayo, en caso necesario se podrán sustituir los forros de freno desgastados.

4.1.1.1. Vehículos de las categorías M_1 y N_1

4.1.1.1.1. Condiciones de ensayo (ensayo de fatiga térmica del disco de freno)

La masa de inercia del dinamómetro de inercia se determinará conforme a los puntos 3.2.1, 3.2.1.1 y 3.2.1.2 del anexo 11.

La velocidad de rotación del dinamómetro se corresponderá con la velocidad lineal del vehículo basada en la media del radio de rodadura dinámico más grande y más pequeño de los neumáticos autorizados para dicho vehículo.

4.1.1.1.2. Programa de ensayo (ensayo de fatiga térmica del disco de freno)

Los forros de freno presentados a ensayo estarán instalados en el freno correspondiente y rodados (bruñidos) con arreglo al procedimiento del anexo 3, punto 1.1.2:

Cuadro A11/4.1.1.1.2

Disposiciones relativas al ensayo	Ensayo de fatiga térmica
Categorías de vehículos	M_1 , N_1
Tipo de frenado	Secuencia de accionamientos del freno
Intervalo de frenado (= t_{total})	70 s
Nº de accionamientos del freno por ciclo	2
Par de frenado correspondiente a una desaceleración de	$5,0 \text{ m/s}^2$
Nº total de ciclos de frenado	100 o 150 (véase 4.1.1.1.3)

Accionamientos del freno	
desde	v_{\max}
hasta	20 km/h
Temperatura inicial del 1 ^{er} accionamiento del freno en cada ciclo	≤ 100 °C

donde:

v_{\max} la v_{\max} que se utilizará para someter a ensayo la pieza de repuesto es la que corresponda al vehículo que tenga la mayor relación de energía cinética con respecto a la masa del disco;

t_{bra} duración efectiva del frenado durante el accionamiento;

t_{acc} tiempo mínimo de aceleración con arreglo a la capacidad de aceleración del vehículo correspondiente;

t_{rest} período de descanso;

t_{total} intervalo de frenado ($t_{\text{bra}} + t_{\text{acc}} + t_{\text{rest}}$).

4.1.1.1.3. Resultado del ensayo (ensayo de fatiga térmica del disco de freno)

Se considerará superado el ensayo si se ha completado un mínimo de 150 ciclos sin daño o fallo.

Si se han completado sin daño ni fallo más de 100 ciclos pero menos de 150, se repetirá el ensayo con una nueva pieza de repuesto. En estas circunstancias, los dos ensayos deberán completar más de 100 ciclos sin daño o fallo para que la pieza supere el ensayo.

Si se han completado menos de 100 ciclos antes de que se produzca un daño o fallo, se realizará un ensayo con la pieza de origen y se compararán los resultados. Si el número de ciclos completados antes de que se produzca un daño o un fallo no es inferior al número de ciclos de la pieza de origen - 10 %, se considerará que se ha superado el ensayo.

En este contexto, se entiende por «daño»:

- grietas radiales en la superficie de fricción superiores a 2/3 de la altura radial de la superficie de fricción;
- grietas en la superficie de fricción que lleguen al diámetro interno o externo de la dicha superficie;
- grieta pasante de un anillo de fricción;
- cualquier tipo de daño estructural o de grietas en cualquier zona situada fuera de la superficie de fricción.

4.1.1.2. Vehículos de las categorías M₂, M₃, N₂ y N₃

4.1.1.2.1. Condiciones de ensayo (ensayo de fatiga térmica del disco de freno)

4.1.1.2.1.1. Vehículos con una masa máxima autorizada > 7,5 t

Los discos de freno como componentes del sistema de frenado serán sometidos a ensayo mediante el siguiente programa de ensayo, que no imita las condiciones efectivas de conducción, sino que se considera tan solo un ensayo de un componente. Los parámetros enumerados a continuación en el cuadro A11/4.1.1.2.1.1 se aplican a los frenos que se utilizan normalmente en la actualidad en los vehículos con una masa máxima autorizada > 7,5 t.

Cuadro A11/4.1.1.2.1.1

Diámetro exterior del disco	Parámetro de ensayo	Parámetro de ensayo	Ejemplo de equipamiento
	Masa de ensayo m [kg]	r_{dyn} [m]	«Tamaño de freno»/tamaño de llanta más pequeño posible
320-350	3 100	0,386	17,5"
351-390	4 500	0,445	19,5"

Diámetro exterior del disco	Parámetro de ensayo	Parámetro de ensayo	Ejemplo de equipamiento
	Masa de ensayo m [kg]	r_{dyn} [m]	«Tamaño de freno»/tamaño de llanta más pequeño posible
391-440	5 300	0,527	22,5"
> 440 (*)	(*)	(*)	—

(*) El solicitante y el servicio técnico acordarán la masa de ensayo y el radio de rodadura dinámico del neumático.

La masa de inercia del dinamómetro de inercia se determinará conforme al punto 3.2.1 del anexo 11 y a los parámetros especificados en el cuadro anterior (masa de ensayo y r_{dyn}).

La velocidad de rotación del dinamómetro se corresponderá con la velocidad lineal de ensayo del vehículo basada en los radios de rodadura dinámicos especificados en el cuadro A11/4.1.1.2.1.1.

4.1.1.2.1.2. Vehículos con una masa máxima autorizada > 3,5 t y ≤ 7,5 t

En el caso de los vehículos con una masa máxima autorizada > 3,5 t y ≤ 7,5 t a los que no se aplican los parámetros del cuadro A11/4.1.1.2.1.1, los parámetros de ensayo se seleccionarán de forma que se aplique la hipótesis más desfavorable que sirvió de base para determinar el espectro de uso del disco de freno de repuesto (masa máxima admisible del vehículo, equipo neumático de tamaño máximo).

La masa de inercia del dinamómetro de inercia se determinará conforme a los puntos 3.2.1, 3.2.1.1 y 3.2.1.2 del anexo 11.

La velocidad de rotación del dinamómetro se corresponderá con la velocidad lineal del vehículo basada en la media del radio de rodadura dinámico más grande y más pequeño de los neumáticos autorizados para dicho vehículo.

4.1.1.2.2. Programa de ensayo (ensayo de fatiga térmica del disco de freno)

Cuadro A11/4.1.1.2.2

Procedimiento de rodaje (bruñido):	100 accionamientos de freno Velocidad inicial: 60 km/h Velocidad final: 30 km/h $d_m = 1 \text{ m/s}^2$ y 2 m/s^2 alternativamente Temperatura inicial: ≤ 300 °C (empezando a temperatura ambiente)
1. Frenado de acondicionamiento	10 accionamientos de freno de 60 a 30 km/h $d_m = 1 \text{ m/s}^2$ y 2 m/s^2 alternativamente Temperatura inicial: ≤ 250 °C
2. Frenado a gran velocidad	2 accionamientos de freno de 130 a 80 km/h $d_m = 3 \text{ m/s}^2$ Temperatura inicial: ≤ 100 °C
3. Frenado de acondicionamiento	Véase la etapa de ensayo 1
4. Frenado a gran velocidad	Véase la etapa de ensayo 2
5. Frenado de acondicionamiento	Véase la etapa de ensayo 1
6. Frenado continuo (1)	5 accionamientos de freno a una velocidad constante de: 85 km/h Par de desaceleración correspondiente a $0,5 \text{ m/s}^2$ Duración del frenado: 60 s Temperatura inicial: ≤ 80 °C
7. Frenado de acondicionamiento	Véase la etapa de ensayo 1

8. Frenado continuo (2)	5 accionamientos de freno a una velocidad constante de: 85 km/h Par de desaceleración correspondiente a 1,0 m/s ² Duración del frenado: 40 s Temperatura inicial: ≤ 80 °C
9. Repítanse las fases de ensayo 1 a 8:	9 o 14 veces (lo que corresponda) – véase el punto 4.1.1.2.3.

d_m desaceleración media con respecto a la distancia.

4.1.1.2.3. Resultado del ensayo (ensayo de fatiga térmica del disco de freno)

Se considerará superado el ensayo si se ha completado un mínimo de 15 ciclos sin daño o fallo.

Si se han completado sin daño ni fallo más de 10 ciclos pero menos de 15, se repetirá el ensayo con una nueva pieza de repuesto. En estas circunstancias, los dos ensayos deberán completar más de 10 ciclos sin daño o fallo para que la pieza supere el ensayo.

Si se han completado menos de 10 ciclos antes de que se produzca un daño o fallo, se realizará un ensayo con la pieza de origen y se compararán los resultados. Si el número de ciclos completados antes de que se produzca un daño o un fallo no es inferior al número de ciclos de la pieza de origen, se considerará que se ha superado el ensayo.

En este contexto, se entiende por «daño»:

- a) grietas radiales en la superficie de fricción superiores a 2/3 de la altura radial del anillo de fricción;
- b) grietas en la superficie de fricción que lleguen al diámetro interno o externo de la dicha superficie;
- c) grieta pasante de un anillo de fricción;
- d) cualquier tipo de daño estructural o de grietas en cualquier zona situada fuera de la superficie de fricción.

4.1.2. Ensayo de carga elevada del disco de freno

El ensayo se realizará utilizando un disco nuevo, una mordaza de freno de origen de los vehículos correspondientes y conjuntos de forro de freno nuevos de los vehículos correspondientes que hayan recibido la homologación de tipo conforme a los Reglamentos n° 13, n° 13-H o n° 90 (en el mismo estado que instalados en el vehículo, por ejemplo, con la grasa de protección eliminada).

Durante el ensayo, en caso necesario se podrán sustituir los forros de freno desgastados.

4.1.2.1. Vehículos de las categorías M₁ y N₁

4.1.2.1.1. Condiciones de ensayo (ensayo de carga elevada del disco de freno)

Véase el punto 4.1.1.1.1.

4.1.2.1.2. Programa de ensayo (ensayo de carga elevada del disco de freno)

El ensayo se llevará a cabo con arreglo al cuadro siguiente:

Cuadro A11/4.1.2.1.2

Disposiciones relativas al ensayo	Ensayo de carga elevada
Categorías de vehículos	M ₁ , N ₁
Tipo de frenado	Accionamientos de freno independientes
Nº de accionamientos de freno	70
Velocidad inicial al inicio del frenado	≤ 100 °C
Par de frenado correspondiente a	10,0 m/s ² (no obstante, presión en el freno p ≤ 16 000 kPa)

Accionamientos del freno	
desde	v_{\max}
hasta	10 km/h

donde:

v_{\max} la v_{\max} que se utilizará para someter a ensayo la pieza de repuesto es la que corresponda al vehículo que tenga la mayor relación de energía cinética con respecto a la masa del disco.

4.1.2.1.3. Resultado del ensayo (ensayo de carga elevada del disco de freno)

Se considerará superado el ensayo si se ha completado un mínimo de 70 accionamientos de freno sin daño o fallo.

Si se han completado menos de 70 accionamientos de freno antes de que se produzca un daño o fallo, se realizará un ensayo con la pieza de origen y se compararán los resultados. Si el número de ciclos completados antes de que se produzca un daño o un fallo no es inferior al número de ciclos de la pieza de origen - 10 %, se considerará que se ha superado el ensayo.

En este contexto, se entiende por «daño»:

- a) grietas radiales en la superficie de fricción superiores a 2/3 de la altura radial de la superficie de fricción;
- b) grietas en la superficie de fricción que lleguen al diámetro interno o externo de la dicha superficie;
- c) grieta pasante de un anillo de fricción;
- d) cualquier tipo de daño estructural o de grietas en cualquier zona situada fuera de la superficie de fricción.

4.1.2.2. Vehículos de las categorías M₂, M₃, N₂ y N₃

4.1.2.2.1. Condiciones de ensayo (ensayo de carga elevada del disco de freno)

Véase el punto 4.1.1.2.1.

4.1.2.2.2. Programa de ensayo (ensayo de carga elevada del disco de freno)

Se realizarán 500 accionamientos de freno desde una velocidad de 50 km/h hasta 10 km/h con un par de frenado del 90 % del par máximo de frenado especificado por el fabricante.

Temperatura inicial: ≤ 200 °C

4.1.2.2.3. Resultado del ensayo (ensayo de carga elevada del disco de freno)

Si el disco de freno no muestra signos de fractura después de 500 accionamientos del freno, se considerará que se ha superado el ensayo.

4.2. Tambores de freno

4.2.1. Ensayo de fatiga térmica del tambor de freno

El ensayo se realizará utilizando un tambor nuevo con conjuntos de forro de freno nuevos que hayan recibido la homologación de tipo conforme a los Reglamentos n° 13, n° 13-H o n° 90 (en su caso, con la grasa de protección eliminada).

Se admitirá la maquinización de los forros para conseguir un buen contacto del forro con el tambor.

4.2.1.1. Vehículos de las categorías M₁ y N₁

4.2.1.1.1. Condiciones de ensayo (ensayo de fatiga térmica del tambor de freno)

La masa de inercia del dinamómetro de inercia se determinará conforme a los puntos 3.2.1, 3.2.1.1 y 3.2.1.2 del anexo 11.

La velocidad de rotación del dinamómetro se corresponderá con la velocidad lineal del vehículo basada en la media del radio de rodadura dinámico más grande y más pequeño de los neumáticos autorizados para dicho vehículo.

4.2.1.1.2. Programa de ensayo (ensayo de fatiga térmica del tambor de freno)

Los requisitos relativos a la fatiga térmica de los tambores de freno figuran en los ensayos de carga elevada del punto 4.2.2.1.2.

4.2.1.1.3. Resultado del ensayo (ensayo de fatiga térmica del tambor de freno)

Véase el punto 4.2.2.1.3.

4.2.1.2. Vehículos de las categorías M₂, M₃, N₂ y N₃

4.2.1.2.1. Condiciones de ensayo (ensayo de fatiga térmica del tambor de freno)

4.2.1.2.1.1. Vehículos con una masa máxima autorizada > 7,5 t

Los tambores de freno como componentes del sistema de frenado serán sometidos a ensayo mediante el siguiente programa de ensayo, que no imita las condiciones efectivas de conducción, sino que se considera tan solo un ensayo de un componente. Los parámetros enumerados a continuación en el cuadro A11/4.2.1.2.1.1 se aplican a los frenos que se utilizan normalmente en la actualidad en los vehículos con una masa máxima autorizada > 7,5 t.

Cuadro A11/4.2.1.2.1.1

Diámetro interno del tambor [mm]	Anchura de los forros						Diámetro típico de la llanta
	< 130 mm		130-190 mm		> 190 mm		
	Masa de ensayo (kg)	Radio del neumático [m]	Masa de ensayo (kg)	Radio del neumático [m]	Masa de ensayo (kg)	Radio del neumático [m]	
< 330	2 750	0,402	3 200	0,390	5 500	0,402	17,5"
330-390	(*)	(*)	3 400	0,480	5 500	0,516	19,5"
391-430	3 400	0,510	4 500	0,527	5 500	0,543	22,5"
> 430	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	—

(*) El solicitante y el servicio técnico acordarán la masa de ensayo y el radio de rodadura dinámico del neumático.

La masa de inercia del dinamómetro de inercia se determinará conforme al punto 3.2.1 del anexo 11 y a los parámetros especificados en el cuadro anterior (masa de ensayo y r_{dyn}).

La velocidad de rotación del dinamómetro se corresponderá con la velocidad lineal de ensayo del vehículo basada en los radios de rodadura dinámicos especificados en el cuadro A11/4.2.1.2.1.1.

4.2.1.2.1.2. Vehículos con una masa máxima autorizada > 3,5 t y ≤ 7,5 t

En el caso de los vehículos con una masa máxima autorizada > 3,5 t y ≤ 7,5 t a los que no se aplican los parámetros del cuadro A11/4.1.1.2.1.1, los parámetros de ensayo se seleccionarán de forma que se aplique la hipótesis más desfavorable que sirvió de base para determinar el espectro de uso del tambor de freno de repuesto (masa máxima admisible del vehículo, equipo neumático de tamaño máximo).

La masa de inercia del dinamómetro de inercia se determinará conforme a los puntos 3.2.1, 3.2.1.1 y 3.2.1.2 del anexo 11.

La velocidad de rotación del dinamómetro se corresponderá con la velocidad lineal del vehículo basada en la media del radio de rodadura dinámico más grande y más pequeño de los neumáticos autorizados para dicho vehículo.

4.2.1.2.2. Programa de ensayo (ensayo de fatiga térmica del tambor de freno)

Cuadro A11/4.2.1.2.2

Disposiciones relativas al ensayo	Ensayo de fatiga térmica
Tipo de frenado	Secuencia de accionamientos del freno
Nº de accionamientos de freno	250 o 300 veces (lo que corresponda) – véase el punto 4.2.1.2.3. Nota: el ensayo se interrumpirá cuando se produzca una grieta pasante.
Par de frenado correspondiente a	3,0 m/s ²

Accionamientos del freno desde hasta	130 80 km/h
Temperatura inicial de cada accionamiento de freno	≤ 50 °C
Enfriamiento conforme al punto 3.2.3:	Admitido

4.2.1.2.3. Resultado del ensayo (ensayo de fatiga térmica del tambor de freno)

Se considerará superado el ensayo si se ha completado un mínimo de 300 accionamientos de freno sin daño o fallo.

Si se han completado sin daño ni fallo más de 250 accionamientos de freno pero menos de 300, el servicio técnico repetirá el ensayo con una nueva pieza de repuesto. En estas circunstancias, los dos ensayos deberán completar más de 250 accionamientos de freno sin daño o fallo para que la pieza supere el ensayo.

Si se han completado menos de 250 accionamientos de freno antes de que se produzca un daño o fallo, se realizará un ensayo con la pieza de origen y se compararán los resultados. Si el número de accionamientos completados antes de que se produzca un daño o fallo no es inferior al número de accionamientos correspondientes a la pieza de origen, se considerará que se ha superado el ensayo.

En este contexto, se entiende por «daño»:

- grietas en la superficie de fricción superiores a 2/3 de la anchura radial de la superficie de fricción;
- grietas en la superficie de fricción que lleguen hasta el borde exterior axial del tambor;
- grieta pasante del tambor;
- cualquier tipo de daño estructural o de grietas en cualquier zona situada fuera de la superficie de fricción.

4.2.2. Ensayo de carga elevada del tambor de freno

El ensayo de carga elevada se realizará en las mismas probetas de ensayo que han sido sometidas al ensayo alternativo en dinamómetro (véase el punto 3.3 del presente anexo).

4.2.2.1. Vehículos de las categorías M₁ y N₁

4.2.2.1.1. Condiciones de ensayo (ensayo de carga elevada del tambor de freno)

Véase el punto 4.2.1.1.1.

4.2.2.1.2. Programa de ensayo (ensayo de carga elevada del tambor de freno)

Cuadro A11/4.2.2.1.2

Procedimiento de rodaje (bruñido):	Realícense 100 frenadas interrumpidas consecutivas con $v_1 = 80$ km/h y $v_2 = 10$ km/h y una temperatura inicial ≤ 100 °C. La desaceleración de la primera frenada tendrá un valor constante de $1,5$ m/s ² . Desde la segunda hasta la última frenada, la presión será constante y equivalente a la media de la primera frenada. Se continuará el rodaje hasta que se consiga que el contacto entre el forro y el tambor sea al menos de un 80 %.
Disposiciones relativas al ensayo	Ensayo de carga elevada del tambor de freno
Tipo de frenado	Accionamientos de freno independientes
Nº de accionamientos de freno	100
Velocidad inicial al inicio del frenado	≤ 100 °C

Par de frenado correspondiente a	10,0 m/s ² (no obstante, presión en el freno $p \leq 16\,000$ kPa)
Accionamientos del freno	
desde	v_{\max}
hasta	10 km/h

v_{\max} la v_{\max} que se utilizará para someter a ensayo la pieza de repuesto es la que corresponda al vehículo que tenga la mayor relación de energía cinética con respecto a la masa del disco.

4.2.2.1.3. Resultado del ensayo (ensayo de carga elevada del tambor de freno)

Se considerará superado el ensayo si se ha completado un mínimo de 100 accionamientos de freno sin daño o fallo.

Si se han completado menos de 100 accionamientos de freno antes de que se produzca un daño o fallo, se realizará un ensayo con la pieza de origen y se compararán los resultados. Si el número de ciclos completados antes de que se produzca un daño o un fallo no es inferior al número de ciclos de la pieza de origen - 10 %, se considerará que se ha superado el ensayo.

En este contexto, se entiende por «daño»:

- grietas en la superficie de fricción superiores a 2/3 de la anchura radial de la superficie de fricción;
- grietas en la superficie de fricción que lleguen hasta el borde exterior axial del tambor;
- grieta pasante del tambor;
- cualquier tipo de daño estructural o de grietas en cualquier zona situada fuera de la superficie de fricción.

4.2.2.2. Vehículos de las categorías M₂, M₃, N₂ y N₃

4.2.2.2.1. Condiciones de ensayo (ensayo de carga elevada del tambor de freno)

Véase el punto 4.2.1.2.1.

4.2.2.2.2. Programa de ensayo (ensayo de carga elevada del tambor de freno)

Cuadro A11/4.2.2.2.2

Disposiciones relativas al ensayo	Ensayo de carga elevada
Tipo de frenado	Frenado hasta menos de 5 km/h
Nº total de accionamientos del freno	150
Temperatura inicial del tambor en cada accionamiento de freno	≤ 100 °C
Accionamientos del freno	
desde	60 km/h
hasta	≤ 5 km/h
Par de frenado correspondiente a:	6 m/s ²
Enfriamiento (también apartándose de lo dispuesto en el punto 3.2.3 del presente anexo)	Admitido

4.2.2.2.3. Resultado del ensayo (ensayo de carga elevada del tambor de freno)

El resultado del ensayo es positivo si el tambor de freno no se fractura.

ANEXO 12

REQUISITOS APLICABLES A LOS DISCOS/TAMBORES DE REPUESTO PARA LOS VEHÍCULOS DE LA CATEGORÍA O

1. Descripción general de los ensayos

A continuación se describen los ensayos establecidos en el apartado 5.3 del presente Reglamento, según la categoría del vehículo:

Cuadro A12/1A

Vehículos de las categorías O₁, O₂ y O₃

Ensayo en pista	Ensayo alternativo en dinamómetro (alternativo al ensayo en pista)
2.2.1. Tipo 0	3.4.1. Tipo 0
2.2.2. Tipo I	3.4.2. Tipo I
2.3. Sistema de freno de estacionamiento (si procede)	—
2.4. Ensayo de las propiedades dinámicas de rozamiento (ensayo de comparación efectuado en los ejes en cuestión)	3.5. Ensayo de las propiedades dinámicas de rozamiento (ensayo de comparación efectuado en los ejes en cuestión)

Cuadro A12/1B

Vehículos de la categoría O₄

Ensayo en pista	Ensayo alternativo en dinamómetro (alternativo al ensayo en pista)
2.2.1. Tipo 0	3.4.1. Tipo 0
2.2.3. Tipo III	3.4.3. Tipo III
2.3. Sistema de freno de estacionamiento (si procede)	—
2.4. Ensayo de las propiedades dinámicas de rozamiento (ensayo de comparación efectuado en los ejes en cuestión)	3.5. Ensayo de las propiedades dinámicas de rozamiento (ensayo de comparación efectuado en los ejes en cuestión)

2. Verificación de los requisitos de ensayo del vehículo

2.1. Vehículo de ensayo

Los vehículos que sean representativos del grupo de ensayo seleccionado (véase la definición en el apartado 5.3.6 del presente Reglamento) para el que se solicita la homologación o un informe de ensayo de un disco/tambor de freno de repuesto estarán equipados con dispositivos para someter a ensayo los frenos conforme a lo dispuesto en el Reglamento n° 13.

El disco/tambor de freno de repuesto será instalado en el eje en cuestión, junto con un forro de freno que le acompañe que haya recibido la homologación de tipo conforme a los Reglamentos n° 13 o n° 90, suministrado por el fabricante del vehículo o del eje. Excepto en el caso de que se establezca un procedimiento uniforme sobre cómo realizar el frenado, el ensayo se efectuará con arreglo a lo pactado con el servicio técnico. Todos los ensayos que figuran a continuación se efectuarán en frenos que hayan sido sometidos a rodaje. Se empleará el mismo programa de rodaje tanto para los discos y tambores de freno de origen como para los de repuesto.

2.2. Sistema de frenado de servicio

2.2.1. Ensayos de tipo 0 con el vehículo cargado

Este ensayo se realizará conforme a lo dispuesto en el Reglamento n° 13, anexo 4, punto 1.4.4.

2.2.2. Ensayo de tipo I

Este ensayo se realizará conforme a lo dispuesto en el Reglamento n° 13, anexo 4, punto 1.5.2.

Al término del ensayo de tipo I, la eficacia obtenida con los frenos calientes cumplirá los requisitos establecidos en el Reglamento n° 13, anexo 4, punto 1.5.3.

- 2.2.3. Ensayo de tipo III
Este ensayo se realizará conforme a lo dispuesto en el Reglamento n° 13, anexo 4, punto 1.7.
- 2.3. Sistema de frenado de estacionamiento (si procede)
- 2.3.1. Si el sistema de freno de servicio y el sistema de freno de estacionamiento utilizan una superficie de fricción de disco o tambor común, no será necesario realizar un ensayo específico del sistema de freno de estacionamiento. Si se supera el ensayo del tipo 0 con el vehículo cargado, se considerará que el sistema de frenado de estacionamiento cumple los requisitos prescritos.
- 2.3.2. Ensayo estático en pendiente descendente del 18 % con el vehículo cargado
- 2.3.3. El vehículo deberá cumplir todas las disposiciones pertinentes establecidas en el Reglamento n° 13, anexo 4, puntos 2.3 y 3.2, aplicables a dicha categoría de vehículos.
- 2.4. Ensayo de las propiedades dinámicas de rozamiento (ensayo de comparación efectuado en los ejes en cuestión)
En este ensayo el vehículo estará cargado y todos los accionamientos del freno se harán en una calzada plana.
El sistema de frenado de servicio del vehículo contará con un dispositivo que separe los frenos delanteros de los frenos traseros, de forma que siempre puedan ser accionados independientemente los unos de los otros.
Si se exige la homologación o un informe de ensayo de un repuesto en relación con un disco/tambor de freno de repuesto para los frenos delanteros, los frenos traseros permanecerán inoperativos a lo largo del ensayo.
Si se exige la homologación o un informe de ensayo de un repuesto en relación con un disco/tambor de freno de repuesto para los frenos traseros, los frenos delanteros permanecerán inoperativos a lo largo del ensayo.
- 2.4.1. Ensayo de comparación de la eficacia cuando los frenos están fríos
Con los frenos fríos, la eficacia del disco/tambor de freno de repuesto se comparará con los equivalentes de origen comparando los resultados del ensayo que se describe a continuación.
- 2.4.1.1. Utilizando el disco/tambor de freno de repuesto, acciñese el freno al menos seis veces consecutivas con distintas fuerzas sobre el mando o presiones de frenado, gradualmente crecientes, como parte del proceso que culmina cuando la rueda se bloquea, o se alcanza una desaceleración media estabilizada de $3,5 \text{ m/s}^2$, o se llega a la fuerza máxima sobre el mando permitida para esta categoría de vehículo, cuya velocidad inicial a efectos de ensayo es de 45 km/h.
Antes de cada accionamiento del freno, la temperatura inicial del tambor de freno será $\leq 100 \text{ }^\circ\text{C}$.
- 2.4.1.2. El ensayo de frenos descrito en el punto 2.4.1.1 también habrá de realizarse utilizando el disco/tambor de freno de origen.
- 2.4.1.3. Las propiedades dinámicas de rozamiento del disco/tambor de freno de repuesto serán consideradas similares a las del disco/tambor de freno de origen si los valores alcanzados en relación con la desaceleración media estabilizada bajo las mismas presiones de funcionamiento o fuerzas sobre el mando en el área de los 2/3 superiores de la curva generada no se desvían más de $\pm 10 \%$ o $\pm 0,4 \text{ m/s}^2$ de las del disco/tambor de freno de origen.
3. Ensayo en dinamómetro de inercia
- 3.1. Equipamiento del dinamómetro
Para los ensayos, el dinamómetro estará equipado con la mordaza de freno o el freno de rueda de origen de los vehículos correspondientes. El dinamómetro de inercia contará con un dispositivo de par constante y equipo para registrar continuamente la velocidad de rotación, la presión en el freno, el número de rotaciones una vez iniciado el frenado, el par de frenado, la duración del frenado y la temperatura de los tambores de freno.
- 3.2. Condiciones de ensayo
- 3.2.1. Masa de inercia del dinamómetro de inercia
La masa de inercia del dinamómetro de inercia se acercará el máximo posible, con una variación admisible de $\pm 5 \%$, al valor requerido teóricamente que corresponde a la parte de la inercia total del vehículo frenada por la rueda correspondiente. La fórmula empleada para los cálculos es la siguiente:

$$I = m \cdot r_{\text{dyn}}^2$$

donde:

I = inercia rotativa (kgm^2)

r_{dyn} = radio de rodadura dinámico del neumático (m)

m = masa de ensayo (parte de la masa máxima del vehículo frenada por la rueda correspondiente) con arreglo a lo dispuesto en el presente Reglamento.

3.2.1.1. Radio de rodadura dinámico

Al calcular la masa de inercia, se tendrá en cuenta el radio de rodadura dinámico (r_{dyn}) del neumático más grande autorizado para el vehículo (o el eje).

3.2.1.2. Masa de ensayo

La masa de ensayo para calcular la masa de inercia será la siguiente:

$$m = \frac{0,55 \cdot m_{\text{veh}}}{2 \cdot n}$$

m_{veh} = masa máx. autorizada del vehículo

n = n° de ejes o n° de ejes delanteros o traseros en el caso de un remolque

3.2.2. La velocidad inicial de rotación del dinamómetro se corresponderá con la velocidad lineal del vehículo a 40 o 60 km/h (dependiendo del tipo de ensayo) y se basará en la media de los radios de rodadura dinámicos del neumático más grande y del más pequeño autorizados.

3.2.3. Enfriamiento

El enfriamiento podrá realizarse con arreglo a los puntos 3.2.3.1 o 3.2.3.2.

3.2.3.1. Ensayo realizado con una rueda completa conforme al Reglamento n° 13, anexo 11, apéndice 2, punto 3.2.2.

Con respecto a los ensayos de tipo I y tipo III, en los trayectos de calentamiento se podrá utilizar enfriamiento por aire a una velocidad y con un sentido de circulación que simule las condiciones reales; la velocidad de la corriente de aire será

$$v_{\text{Air}} = 0,33 v;$$

donde:

v = velocidad de ensayo del vehículo al inicio del frenado.

En otros casos, el enfriamiento mediante aire no está restringido.

El aire destinado al enfriamiento estará a la temperatura ambiente.

3.2.3.2. Ensayo efectuado sin llanta

Con respecto a los ensayos de tipo I y de tipo III, no se permitirá el enfriamiento durante los trayectos de calentamiento.

En otros casos, el enfriamiento mediante aire no está restringido.

3.2.4. Preparación del freno

3.2.4.1. Frenos de disco

El ensayo se realizará utilizando un disco nuevo con conjuntos de forro de freno nuevos que hayan recibido la homologación de tipo conforme a los Reglamentos n° 13 o n° 90 (en el mismo estado que instalados en el vehículo, por ejemplo, con la grasa de protección eliminada).

3.2.4.2. Frenos de tambor

El ensayo se realizará utilizando un tambor nuevo con conjuntos de forro de freno nuevos que hayan recibido la homologación de tipo conforme a los Reglamentos n° 13 o n° 90 (en su caso, con la grasa de protección eliminada).

Se admitirá la maquinización de los forros para conseguir un buen contacto del forro con el tambor.

3.3. Ensayo de eficacia alternativo en dinamómetro

Cuadro A12/3.3

1.	Procedimiento de rodaje en frío (bruñido en frío): 100 (disco) o 200 (tambor) accionamientos del freno $T_i = 150\text{ °C}$ (disco) o 100 °C (tambor) $v_i = 60\text{ km/h}$ $d_m = 1$ y 2 m/s^2 alternativamente
2.	Propiedades dinámicas de fricción, véase el punto 3.5.1 del presente anexo
3.	Procedimiento de rodaje en caliente (bruñido en caliente): Realícense 30 frenadas interrumpidas con $v_1 = 60\text{ km/h}$ y $v_2 = 30\text{ km/h}$ con una duración de ciclo de 60 s empezando a una temperatura del freno $\leq 100\text{ °C}$ en el primer accionamiento. La desaceleración de la primera frenada tendrá un valor constante de 3 m/s^2 . Desde la segunda hasta la última frenada, la presión será constante y equivalente a la media de la primera frenada.
4.	Nuevo bruñido: 30 accionamientos de freno $T_i = 150\text{ °C}$ (disco) o 100 °C (tambor) $v_i = 60\text{ km/h}$ $d_m = 1$ y 2 m/s^2 alternativamente
5.	Ensayo de freno de tipo 0, véase el punto 3.4.1 del presente anexo
6.	Ensayo de freno de tipo I (en el caso de O_2/O_3), véase el punto 3.4.2 del presente anexo
7.	Nuevo bruñido: (como n° 4)
8.	Ensayo de freno de tipo 0, véase el punto 3.4.1 del presente anexo
9.	Ensayo de freno de tipo III (en el caso de O_4), véase el punto 3.4.3 del presente anexo
10.	Nuevo bruñido: (como n° 4)

3.4. Sistema de frenado de servicio

3.4.1. Ensayos de freno de tipo 0 con el vehículo cargado

Este ensayo se realizará conforme a lo dispuesto en el Reglamento n° 13, anexo 4, punto 1.4.4.

3.4.2. Ensayo del freno de tipo I

Este ensayo se realizará conforme a lo dispuesto en el Reglamento n° 13, anexo 4, punto 1.5.2.

Al término del ensayo de tipo I, la eficacia obtenida con los frenos calientes cumplirá los requisitos establecidos en el Reglamento n° 13, anexo 4, punto 1.5.3.

3.4.3. Ensayo del freno de tipo III

Este ensayo se realizará conforme a lo dispuesto en el Reglamento n° 13, anexo 4, punto 1.7.

3.5. Ensayo de las propiedades dinámicas de rozamiento (ensayo de comparación efectuado en el freno de rueda en cuestión)

3.5.1. El ensayo se realizará conforme a lo dispuesto en el Reglamento n° 13, anexo 19, puntos 4.4.3.1 a 4.4.3.4.

3.5.2. El ensayo de frenos descrito en el punto 3.5.1 también habrá de realizarse utilizando el disco/tambor de freno de origen.

3.5.3. Las propiedades dinámicas de rozamiento en la etapa 2 del procedimiento del disco/tambor de freno de repuesto serán consideradas similares a las del disco/tambor de freno de origen si los valores alcanzados en relación con la desaceleración media estabilizada bajo las mismas presiones de funcionamiento o fuerzas sobre el mando en el área de los 2/3 superiores de la curva generada no se desvían más de $\pm 8\%$ o $\pm 0,4\text{ m/s}^2$ de las del disco/tambor de freno de origen.

4. Ensayos de integridad mediante un dinamómetro de inercia

Los ensayos se realizarán con arreglo al apartado 4.1 (discos) o 4.2 (tambores).

Se requiere un único ensayo por grupo de ensayo, excepto cuando la pieza de recambio no logre el número exigido de ciclos antes del fallo o de sufrir daños (véanse los puntos 4.1.1.1.3 o 4.1.1.2.3 del presente anexo).

El freno debe instalarse en el dinamómetro con arreglo a su posición de instalación en el vehículo (los frenos montados rígidamente o los instalados mediante un eje de mangueta están exentos).

La temperatura del disco/tambor de freno se medirá lo más cerca posible de la superficie de fricción. La medición de la temperatura se registrará y se utilizará el mismo método y el mismo punto de medición en todos los ensayos.

Si se utiliza aire para enfriar el freno durante el accionamiento del mismo o entre accionamientos del freno, la velocidad del flujo de aire en el freno deberá limitarse a:

$$v_{\text{air}} = 0,33 v$$

donde:

v = velocidad de ensayo del vehículo al inicio del frenado.

En otros casos, el enfriamiento mediante aire no está restringido.

El aire destinado al enfriamiento estará a la temperatura ambiente.

4.1. Discos de freno

4.1.1. Ensayo de fatiga térmica del disco de freno

El ensayo se realizará utilizando un disco nuevo con conjuntos de forro de freno nuevos que hayan recibido la homologación de tipo conforme a los Reglamentos n° 13 o n° 90 (en el mismo estado que instalados en el vehículo, por ejemplo, con la grasa de protección eliminada).

4.1.1.1. Vehículos de las categorías O₁ y O₂

4.1.1.1.1. Condiciones de ensayo (fatiga térmica del disco de freno)

La masa de inercia del dinamómetro de inercia se determinará conforme a los puntos 3.2.1, 3.2.1.1 y 3.2.1.2 del anexo 12.

La velocidad de rotación del dinamómetro se corresponderá con la velocidad lineal del vehículo basada en la media del radio de rodadura dinámico más grande y más pequeño de los neumáticos autorizados para dicho vehículo.

4.1.1.1.2. Programa de ensayo (fatiga térmica del disco de freno)

Cuadro A12/4.1.1.1.2

Disposiciones relativas al ensayo	Ensayo de fatiga térmica
Categorías de vehículos	O ₁ , O ₂
Tipo de frenado	Secuencia de accionamientos del freno
Intervalo de frenado (= t_{total})	70 s
N° de accionamientos del freno por ciclo	2
Par de frenado correspondiente a [m/s ²]:	5,0
N° total de ciclos de frenado	100 o 150 (véase el punto 4.1.1.1.3)
Accionamientos del freno	
desde	80 km/h
hasta	20 km/h
Temperatura inicial del 1 ^{er} accionamiento del freno en cada ciclo	≤ 100 °C

v_{\max} velocidad máxima por diseño (en su espectro de uso);

t_{bra} duración efectiva del frenado durante el accionamiento;

t_{acc} tiempo mínimo de aceleración con arreglo a la capacidad de aceleración del vehículo correspondiente;

t_{rest} período de descanso;

t_{total} intervalo de frenado ($t_{\text{bra}} + t_{\text{acc}} + t_{\text{rest}}$).

4.1.1.1.3. Resultado del ensayo (ensayo de fatiga térmica del disco de freno)

Se considerará superado el ensayo si se ha completado un mínimo de 150 ciclos sin daño o fallo.

Si se han completado sin daño ni fallo más de 100 ciclos pero menos de 150, se repetirá el ensayo con una nueva pieza de repuesto. En estas circunstancias, los dos ensayos deberán completar más de 100 ciclos sin daño o fallo para que la pieza supere el ensayo.

Si se han completado menos de 100 ciclos antes de que se produzca un daño o fallo, se realizará un ensayo con la pieza de origen y se compararán los resultados. Si el número de ciclos completados antes de que se produzca un daño o un fallo no es inferior al número de ciclos de la pieza de origen – 10 %, se considerará que se ha superado el ensayo.

En este contexto, se entiende por «daño»:

- grietas radiales en la superficie de fricción superiores a $2/3$ de la altura radial de la superficie de fricción;
- grietas en la superficie de fricción que lleguen al diámetro interno o externo de la dicha superficie;
- grieta pasante de un anillo de fricción;
- cualquier tipo de daño estructural o de grietas en cualquier zona situada fuera de la superficie de fricción.

4.1.1.2. Vehículos de las categorías O₃ y O₄

4.1.1.2.1. Condiciones de ensayo (ensayo de fatiga térmica del disco de freno)

4.1.1.2.1.1. Vehículos con una masa máxima autorizada > 7,5 t

Los discos de freno como componentes del sistema de frenado serán sometidos a ensayo mediante el siguiente programa de ensayo, que no imita las condiciones efectivas de conducción, sino que se considera tan solo un ensayo de un componente. Los parámetros enumerados a continuación en el cuadro A12/4.1.1.2.1.1 se aplican a los frenos que se utilizan normalmente en la actualidad en los vehículos con una masa máxima autorizada > 7,5 t.

Cuadro A12/4.1.1.2.1.1

Diámetro exterior del disco	Parámetro de ensayo	Parámetro de ensayo	Ejemplo de equipamiento
	Masa de ensayo m [kg]	r_{dyn} [m]	«Tamaño de freno/tamaño de llanta más pequeño posible
320-350	3 100	0,386	17,5"
351-390	4 500	0,445	19,5"
391-440	5 300	0,527	22,5"
> 440 (*)	(*)	(*)	—

(*) El solicitante y el servicio técnico acordarán la masa de ensayo y el radio de rodadura dinámico del neumático.

La masa de inercia del dinamómetro de inercia se determinará conforme al punto 3.2.1 del anexo 11 y a los parámetros especificados en el cuadro anterior (masa de ensayo y r_{dyn}).

La velocidad de rotación del dinamómetro se corresponderá con la velocidad lineal de ensayo del vehículo basada en los radios de rodadura dinámicos especificados en el cuadro A12/4.1.1.2.1.1.

4.1.1.2.1.2. Vehículos con una masa máxima autorizada $> 3,5$ t y $\leq 7,5$ t

En el caso de los vehículos con una masa máxima autorizada $> 3,5$ t y $\leq 7,5$ t a los que no se aplican los parámetros del cuadro A12/4.1.1.2.1.1, los parámetros de ensayo se seleccionarán de forma que se aplique la hipótesis más desfavorable que sirvió de base para determinar el espectro de uso del disco de freno de repuesto (masa máxima autorizada del vehículo, equipo neumático de tamaño máximo).

La masa de inercia del dinamómetro de inercia se determinará conforme a los puntos 3.2.1, 3.2.1.1 y 3.2.1.2 del anexo 12.

La velocidad de rotación del dinamómetro se corresponderá con la velocidad lineal del vehículo basada en la media del radio de rodadura dinámico más grande y más pequeño de los neumáticos autorizados para dicho vehículo.

4.1.1.2.2. Programa de ensayo (ensayo de fatiga térmica del disco de freno)

Cuadro A12/4.1.1.2.2.

Procedimiento de rodaje (bruido):	100 accionamientos de freno Velocidad inicial: 60 km/h Velocidad final: 30 km/h $d_m = 1 \text{ m/s}^2$ y 2 m/s^2 alternativamente Temperatura inicial: ≤ 300 °C (empezando a temperatura ambiente)
1. Frenado de acondicionamiento	10 accionamientos de freno de 60 a 30 km/h $d_m = 1 \text{ m/s}^2$ y 2 m/s^2 alternativamente Temperatura inicial: ≤ 250 °C
2. Frenado a gran velocidad	2 accionamientos de freno de 130 a 80 km/h $d_m = 3 \text{ m/s}^2$ Temperatura inicial: ≤ 100 °C
3. Frenado de acondicionamiento	Véase la etapa de ensayo 1
4. Frenado a gran velocidad	Véase la etapa de ensayo 2
5. Frenado de acondicionamiento	Véase la etapa de ensayo 1
6. Frenado continuo (1)	5 accionamientos de freno a una velocidad constante de: 85 km/h Par de desaceleración correspondiente a $0,5 \text{ m/s}^2$ Duración del frenado: 60 s Temperatura inicial: ≤ 80 °C
7. Frenado de acondicionamiento	Véase la etapa de ensayo 1
8. Frenado continuo (2)	5 accionamientos de freno a una velocidad constante de: 85 km/h Par de desaceleración correspondiente a $1,0 \text{ m/s}^2$ Duración del frenado: 40 s Temperatura inicial: ≤ 80 °C
9. Repítanse las fases de ensayo 1 a 8:	9 o 14 veces (lo que corresponda) – véase el punto 4.1.1.2.3.

d_m desaceleración media con respecto a la distancia.

4.1.1.2.3. Resultado del ensayo (ensayo de fatiga térmica del disco de freno)

Se considerará superado el ensayo si se ha completado un mínimo de 15 ciclos sin daño o fallo.

Se han completado sin daño ni fallo más de 10 ciclos pero menos de 15, se repetirá el ensayo con una nueva pieza de repuesto. En estas circunstancias, los dos ensayos deberán completar más de 10 ciclos sin daño o fallo para que la pieza supere el ensayo.

Si se han completado menos de 10 ciclos antes de que se produzca un daño o fallo, se realizará un ensayo con la pieza de origen y se compararán los resultados. Si el número de ciclos completados antes de que se produzca un daño o un fallo no es inferior al número de ciclos de la pieza de origen, se considerará que se ha superado el ensayo.

En este contexto, se entiende por «daño»:

- a) grietas radiales en la superficie de fricción superiores a $2/3$ de la altura radial de la superficie de fricción;
- b) grietas en la superficie de fricción que lleguen al diámetro interno o externo de la dicha superficie;
- c) grieta pasante de un anillo de fricción;
- d) cualquier tipo de daño estructural o de grietas en cualquier zona situada fuera de la superficie de fricción.

4.1.2. Ensayo de carga elevada del disco de freno

El ensayo de carga elevada se realizará en las mismas probetas de ensayo que han sido sometidas al ensayo alternativo en dinamómetro (véase el punto 3.3 del presente anexo).

4.1.2.1. Vehículos de las categorías O_1 y O_2

No aplicable.

4.1.2.2. Vehículos de las categorías O_3 y O_4

4.1.2.2.1. Condiciones de ensayo (ensayo de carga elevada del disco de freno)

Véase el punto 4.1.1.2.1.

4.1.2.2.2. Programa de ensayo (ensayo de carga elevada del disco de freno)

Se realizarán 500 accionamientos de freno desde una velocidad de 50 km/h hasta 10 km/h con un par de frenado del 90 % del par máximo de frenado especificado por el fabricante.

Temperatura inicial: ≤ 200 °C

4.1.2.2.3. Resultado del ensayo (ensayo de carga elevada del disco de freno)

Si el disco de freno no muestra signos de fractura después de 500 accionamientos del freno, se considerará que se ha superado el ensayo.

4.2. Tambores de freno

4.2.1. Ensayo de fatiga térmica del tambor de freno

El ensayo se realizará utilizando un tambor nuevo con conjuntos de forro de freno nuevos que hayan recibido la homologación de tipo conforme a los Reglamentos n° 13, n° 13-H o n° 90 (en su caso, con la grasa de protección eliminada).

Se admitirá la maquinización de los forros para conseguir un buen contacto del forro con el tambor.

4.2.1.1. Vehículos de las categorías O_1 y O_2

4.2.1.1.1. Condiciones de ensayo (ensayo de fatiga térmica del tambor de freno)

4.2.1.1.1.1. Vehículos con una masa máxima autorizada por eje $\leq 1\ 200$ kg

No aplicable.

4.2.1.1.1.2. Vehículos con una masa máxima autorizada por eje $> 1\ 200$ kg

La masa de inercia del dinamómetro de inercia se determinará conforme a los puntos 3.2.1, 3.2.1.1 y 3.2.1.2 del anexo 12.

La velocidad de rotación del dinamómetro se corresponderá con la velocidad lineal del vehículo basada en la media del radio de rodadura dinámico más grande y más pequeño de los neumáticos autorizados para dicho vehículo.

4.2.1.1.2. Programa de ensayo (ensayo de fatiga térmica del tambor de freno)

Cuadro A12/4.2.1.1.2.

Disposiciones relativas al ensayo	Ensayo de fatiga térmica
Tipo de frenado	Secuencia de accionamientos del freno
Nº de accionamientos de freno	250 o 300 veces (lo que corresponda) – véase el punto 4.2.1.1.3. <i>Nota:</i> el ensayo se interrumpirá cuando se produzca una grieta pasante.
Par de frenado correspondiente a una desaceleración de	3,0 m/s ²
Accionamientos del freno	
desde	130
hasta	80 km/h
Temperatura inicial de cada accionamiento de freno	≤ 50 °C
Enfriamiento conforme al punto 3.2.3:	Admitido

4.2.1.1.3. Resultado del ensayo (ensayo de fatiga térmica del tambor de freno)

Se considerará superado el ensayo si se ha completado un mínimo de 450 accionamientos de freno sin daño o fallo.

Si se han completado sin daño ni fallo más de 300 accionamientos de freno pero menos de 450, el servicio técnico repetirá el ensayo con una nueva pieza de repuesto. En estas circunstancias, los dos ensayos deberán completar más de 300 accionamientos de freno sin daño o fallo para que la pieza supere el ensayo.

Si se han completado menos de 300 accionamientos de freno antes de que se produzca un daño o fallo, se realizará un ensayo con la pieza de origen y se compararán los resultados. Si el número de accionamientos completados antes de que se produzca un daño o fallo no es inferior al número de accionamientos correspondientes a la pieza de origen, se considerará que se ha superado el ensayo.

En este contexto, se entiende por «daño»:

- a) grietas en la superficie de fricción superiores a 2/3 de la anchura radial de la superficie de fricción;
- b) grietas en la superficie de fricción que lleguen hasta el borde exterior axial del tambor;
- c) grieta pasante del tambor;
- d) cualquier tipo de daño estructural o de grietas en cualquier zona situada fuera de la superficie de fricción.

4.2.1.2. Vehículos de las categorías O₃ y O₄

4.2.1.2.1. Condiciones de ensayo (ensayo de fatiga térmica del tambor de freno)

4.2.1.2.1.1. Vehículos con una masa máxima autorizada > 7,5 t

Los tambores de freno como componentes del sistema de frenado serán sometidos a ensayo mediante el siguiente programa de ensayo, que no imita las condiciones efectivas de conducción, sino que se considera tan solo un ensayo de un componente. Los parámetros enumerados a continuación en el cuadro A12/4.2.1.2.1.1 se aplican a los frenos que se utilizan normalmente en la actualidad en los vehículos con una masa máxima autorizada > 7,5 t.

Cuadro A12/4.2.1.2.1.1

Diámetro interno del tambor [mm]	Anchura de los forros						Diámetro típico de la llanta
	< 130 mm		130-190 mm		> 190 mm		
	Masa de ensayo [kg]	Radio del neumático [m]	Masa de ensayo [kg]	Radio del neumático [m]	Masa de ensayo [kg]	Radio del neumático [m]	
< 330	2 750	0,402	3 200	0,390	5 500	0,402	17,5"
330-390	(*)	(*)	3 400	0,480	5 500	0,516	19,5"
391-430	3 400	0,510	4 500	0,527	5 500	0,543	22,5"
> 430	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	—

(*) El solicitante y el servicio técnico acordarán la masa de ensayo y el radio de rodadura dinámico del neumático.

La masa de inercia del dinamómetro de inercia se determinará conforme al punto 3.2.1 del anexo 12 y a los parámetros especificados en el cuadro anterior (masa de ensayo y r_{dyn}).

La velocidad de rotación del dinamómetro se corresponderá con la velocidad lineal de ensayo del vehículo basada en los radios de rodadura dinámicos especificados en el cuadro A12/4.2.1.2.1.1.

4.2.1.2.1.2. Vehículos con una masa máxima autorizada > 3,5 t y ≤ 7,5 t

En el caso de los vehículos con una masa máxima autorizada > 3,5 t y ≤ 7,5 t a los que no se aplican los parámetros del cuadro A12/4.1.1.2.1.1, los parámetros de ensayo se seleccionarán de forma que se aplique la hipótesis más desfavorable que sirvió de base para determinar el espectro de uso del disco de freno de repuesto (masa máxima autorizada del vehículo, equipo neumático de tamaño máximo).

La masa de inercia del dinamómetro de inercia se determinará conforme a los puntos 3.2.1, 3.2.1.1 y 3.2.1.2 del anexo 12.

La velocidad de rotación del dinamómetro se corresponderá con la velocidad lineal del vehículo basada en la media del radio de rodadura dinámico más grande y más pequeño de los neumáticos autorizados para dicho vehículo.

4.2.1.2.2. Programa de ensayo (ensayo de fatiga térmica del tambor de freno)

Cuadro A12/4.2.1.2.2

Disposiciones relativas al ensayo	Ensayo de fatiga térmica
Tipo de frenado	Secuencia de accionamientos del freno
Nº de accionamientos de freno	250 o 300 veces (lo que corresponda) – véase el punto 4.2.1.2.3. Nota: el ensayo se interrumpirá cuando se produzca una grieta pasante.
Par de frenado correspondiente a una desaceleración de	3,0 m/s ²
Accionamientos del freno	
desde	130
hasta	80 km/h
Temperatura inicial de cada accionamiento de freno	≤ 50 °C
Enfriamiento conforme al punto 3.2.3:	Admitido

4.2.1.2.3. Resultado del ensayo (ensayo de fatiga térmica del tambor de freno)

Se considerará superado el ensayo si se ha completado un mínimo de 300 accionamientos de freno sin daño o fallo.

Si se han completado sin daño ni fallo más de 250 accionamientos de freno pero menos de 300, el servicio técnico repetirá el ensayo con una nueva pieza de repuesto. En estas circunstancias, los dos ensayos deberán completar más de 250 accionamientos de freno sin daño o fallo para que la pieza supere el ensayo.

Si se han completado menos de 250 accionamientos de freno antes de que se produzca un daño o fallo, se realizará un ensayo con la pieza de origen y se compararán los resultados. Si el número de accionamientos completados antes de que se produzca un daño o fallo no es inferior al número de accionamientos correspondientes a la pieza de origen, se considerará que se ha superado el ensayo.

En este contexto, se entiende por «daño»:

- a) grietas en la superficie de fricción superiores a $2/3$ de la anchura radial de la superficie de fricción;
- b) grietas en la superficie de fricción que lleguen hasta el borde exterior axial del tambor;
- c) grieta pasante del tambor;
- d) cualquier tipo de daño estructural o de grietas en cualquier zona situada fuera de la superficie de fricción.

4.2.2. Ensayo de carga elevada del tambor de freno

El ensayo de carga elevada se realizará en las mismas probetas de ensayo que han sido sometidas al ensayo alternativo en dinamómetro (véase el punto 3.3 del presente anexo).

4.2.2.1. Vehículos de las categorías O₁ y O₂

4.2.2.1.1. Condiciones de ensayo (ensayo de carga elevada del tambor de freno)

Véase el punto 4.2.1.1.1.

4.2.2.1.2. Programa de ensayo (ensayo de carga elevada del tambor de freno)

Véase el punto 4.2.2.2.2.

4.2.2.1.3. Resultado del ensayo (ensayo de carga elevada del tambor de freno)

Véase el punto 4.2.2.2.3.

4.2.2.2. Vehículos de las categorías O₃ y O₄

4.2.2.2.1. Condiciones de ensayo (ensayo de carga elevada del tambor de freno)

Véase el punto 4.2.1.2.1.

4.2.2.2.2. Programa de ensayo (ensayo de carga elevada del tambor de freno)

Cuadro A12/4.2.2.2.2

Disposiciones relativas al ensayo	Ensayo de carga elevada
Tipo de frenado	Frenado hasta la parada
Nº total de accionamientos del freno	150
Temperatura inicial del tambor de freno cada vez que se acciona el freno	≤ 100 °C
Accionamientos del freno	
desde	60 km/h
hasta	0 km/h
Par de frenado correspondiente a una desaceleración de	6 m/s ²
Enfriamiento (también apartándose de lo dispuesto en el punto 3.2.3)	Admitido

4.2.2.2.3. Resultado del ensayo (ensayo de carga elevada del tambor de freno)

El resultado del ensayo es positivo si el tambor de freno no se fractura.

ANEXO 13

MODELO DE INFORME DE ENSAYO RELATIVO A UN DISCO/TAMBOR DE REPUESTO

Informe de ensayo nº ... relativo a la homologación de un disco/tambor de freno de repuesto conforme al Reglamento nº 90

1. Descripción técnica general del disco/tambor de freno de repuesto ⁽¹⁾
- 1.1. Solicitante (nombre y dirección):
- 1.2. Fabricante (nombre y dirección):
- 1.3. Denominación comercial:
- 1.4. Categoría de disco/tambor de repuesto: de origen/idéntico/equivalente/intercambiable ⁽¹⁾
- 1.5. Tipo de disco/tambor ⁽¹⁾:
- 1.6. Marcado:

	Identificación	Ubicación del marcado	Método de marcado
Nombre del fabricante o denominación comercial:			
Número de homologación	E2-90R02 Cxxxx/yyyy		
	xxxx => nº de tipo yyyy => nº de variante		
Indicación relativa a la trazabilidad			
Grosor mínimo (disco)/ Diámetro interior máximo (tambor) ⁽¹⁾			

- 1.7. Material
 - 1.7.1. Grupo de materiales:
 - 1.7.2. Subgrupo de materiales ⁽²⁾:
 - 1.8. Gama de aplicaciones
- Proporcionense estos datos como mínimo:

Pieza			
Pieza de repuesto		Pieza de origen	
Variante	Número de pieza	Número de pieza	Código de identificación

Vehículo de motor ⁽²⁾					
Marca	Tipo de vehículo	Denominación comercial	Peso bruto máximo	Velocidad máxima	Año de fabricación

⁽¹⁾ Táchese lo que no proceda.

⁽²⁾ En su caso.

Eje para remolques ⁽²⁾					
Marca	Tipo de eje	Denominación comercial	Carga máxima en el eje	Rango de radio dinámico de neumático (el más grande/el más pequeño)	

Freno				
Posición		Mordaza ⁽²⁾	Dimensiones	Tipo de construcción
Delante	Detrás			

- 1.9. Información adicional ⁽²⁾
2. Grupos de ensayo
- 2.1. Dimensiones por grupo de ensayo
- 2.1.1. Diámetro exterior (disco)/diámetro interior (tambor) ⁽¹⁾:
- 2.1.2. Grosor (disco)/anchura de la zapata (tambor) ⁽¹⁾:
- 2.2. Relación de energía cinética más elevada por grupo de ensayo conforme al apartado 5.3.6 del Reglamento n° 90
- $$\text{Max} \left(\frac{E_i}{m_{\text{replacement part, i}}} \right) =$$
- 2.3. Material del disco/tambor ⁽¹⁾ por grupo de ensayo:
3. Datos técnicos relativos a los ensayos por grupo de ensayo
- 3.1. Ensayo en vehículo
- 3.1.1. Datos del vehículo de ensayo
- 3.1.1.1. Categoría de vehículo:
- 3.1.1.2. Fabricante del vehículo:
- 3.1.1.3. Marca del vehículo:.....
- 3.1.1.4. Tipo de vehículo y denominación comercial:
- 3.1.1.5. Número de identificación del vehículo:
- 3.1.1.6. N° de homologación de tipo del vehículo:
- 3.1.1.7. Potencia del motor del vehículo:
- 3.1.1.8. Velocidad:
- Velocidad máxima del vehículo v_{max} :
- 3.1.1.9. Neumáticos:
- 3.1.1.10. Configuración/croquis del circuito de freno:

3.1.1.11. Masas de ensayo

Eje 1:

Eje 2:

Eje ...:

3.1.1.12. Freno:

3.1.1.12.1. Muestra de disco/tambor ⁽¹⁾ de freno objeto de ensayo:

Código de identificación de la pieza de repuesto de origen:

Grupo de ensayo:

Número de pieza:

Masa de la pieza de repuesto:

Diámetro exterior del disco/diámetro interior del tambor ⁽¹⁾:Radio efectivo r_e :

Anchura de la superficie de fricción:

Grosor del disco (nominal)/anchura exterior del tambor ⁽¹⁾:3.1.1.12.2. Mordaza de freno/mecanismo de freno de tambor ⁽¹⁾

Fabricante:

Tipo:

Variante:

Número de pieza:

Método de construcción:

Par máximo admisible técnicamente $C_{max,e}$ en la palanca de freno (neumático)/presión máxima admisible técnicamente en el conducto ($p_{max,e}$) (hidráulico) ⁽¹⁾:Par umbral $C_{0,e}$ (neumático)/Presión umbral en el conducto (hidráulico) ⁽¹⁾:Relación l_e/e_e (neumático)/diámetro del pistón (hidráulico) ⁽¹⁾: /

Par máximo de frenado:

3.1.1.12.3. Cojinete para freno/Forro de freno ⁽¹⁾

Fabricante:

Marca:

Tipo:

Número de homologación ⁽²⁾:

Identificación (por ejemplo, número de pieza):

Área de la superficie efectiva:

- 3.1.2. Equipo de ensayo
 - 3.1.2.1. Desaceleración:
 - 3.1.2.2. Presión:
 - 3.1.2.3. Velocidad:
 - 3.1.2.4. Temperatura del disco/tambor:
- 3.1.3. Pista de ensayo
 - 3.1.3.1. Situación:
 - 3.1.3.2. Superficie:
 - 3.1.3.3. Estado (por ejemplo, seca/húmeda):
- 3.2. Ensayo en dinamómetro
 - 3.2.1. Datos del ensayo
 - 3.2.1.1. Categoría de vehículo:
 - 3.2.1.2. Radio de rodadura dinámico
 - Radio de rodadura dinámico R_{Iner} para calcular la inercia:
con respecto al punto 3.2.1 del anexo 11/12
 - Radio de rodadura dinámico R_{veh} con respecto al punto 3.2.2 del anexo 11/12:
 - 3.2.1.3. Masas e inercia
 - Masa máxima autorizada del vehículo:
 - Valor X (eje delantero):
 - Valor Y (eje trasero):
 - Masa de ensayo m :
 - Inercia de ensayo I_{Adj} :
 - 3.2.1.4. Enfriamiento
 - 3.2.1.4.1. Velocidad del aire destinado al enfriamiento durante el ensayo de tipo I, de tipo II y/o de tipo III (1)
 - 3.2.1.4.2. Velocidad del aire destinado al enfriamiento en los demás casos:
 - 3.2.1.5. Velocidad
 - Velocidad máxima (v_{max}):
 - 3.2.1.6. Dispositivo de accionamiento
 - Fabricante:
 - Marca:
 - Tipo:
 - Variante:
 - Área efectiva (hidráulico)/fórmula T_{hA} (neumático) (1):

3.2.1.7. Freno

3.2.1.7.1. Muestra de disco/tambor ⁽¹⁾ de freno objeto de ensayo

Código de identificación de la pieza de repuesto de origen:

Grupo de ensayo:

Número de pieza:

Masa de la pieza de repuesto:

Diámetro exterior del disco/diámetro interior del tambor ⁽¹⁾:Radio efectivo r_e :

Anchura de la superficie de fricción:

Grosor del disco (nominal)/anchura exterior del tambor ⁽¹⁾:3.2.1.7.2. Mordaza de freno/mecanismo de freno de tambor ⁽¹⁾

Fabricante:

Tipo:

Variante:

Método de construcción:

Par máximo admisible técnicamente $C_{max,e}$ en la palanca de freno (neumático)/presión máxima admisible técnicamente en el conducto ($p_{max,e}$) (hidráulico) ⁽¹⁾:Par umbral $C_{0,e}$ (neumático)/Presión umbral en el conducto (hidráulico) ⁽¹⁾:Relación l_e/e_e (neumático)/diámetro del pistón (hidráulico) ⁽¹⁾:/.....

Par máximo de frenado:

Número de identificación:

3.2.1.7.3. Cojinete para freno/Forro de freno ⁽¹⁾

Fabricante:

Marca:

Tipo:

Número de homologación ⁽²⁾:

Identificación:

Anchura b_e :Grosor d_e :

Superficie efectiva:

Método de fijación:

4. Registro de los resultados de los ensayos
- 4.1. Comprobación geométrica:
- Nº de dibujo y nivel responsable:
- 4.2. Comprobación del material:
- 4.3. Comprobación de las disposiciones sobre equilibrado:
- 4.4. Comprobación del marcado en relación con el grado de desgaste:
- 4.5. Ensayo en vehículo/ensayo alternativo en dinamómetro ⁽¹⁾:
- 4.5.1. Eficacia de los frenos
- 4.5.1.1. Eficacia del freno de servicio en el caso de las categorías M y N ⁽²⁾

		0 desembragado ⁽²⁾	0 embragado	I	
Nº de muestra					
Anexo 11, punto:		2.2.1/3.4.1 ⁽¹⁾	2.2.2/3.4.4 ⁽¹⁾	2.2.3/3.4.2 ⁽¹⁾	
Velocidad de ensayo					
Inicial	km/h				
Final	km/h				
Presión en la cámara de freno p _e	kPa				
Nº de accionamientos	—				
Duración de un ciclo de frenado	s				
Fuerza de frenado 0,5 · T _e	daN				
Coefficiente de frenado 0,5 · T _e /9,81 · m (m = masa de ensayo)	—				
Carrera en la cámara de freno s _e	mm				
Par umbral en la palanca de freno					
C _e	Nm				
C _{0,e}	Nm				

Marcha libre:

- 4.5.1.2. Eficacia del freno de servicio en el caso de las categorías M₂, M₃, N₂ y N₃ ⁽²⁾

Tipo de ensayo		0	II	
Nº de muestra				
Anexo 11, punto:		2.2.1/3.4.1 ⁽¹⁾	2.2.4/3.4.3 ⁽¹⁾	
Velocidad de ensayo				
Presión en la cámara de freno p _e	kPa			
Nº de accionamientos	—			
Duración de un ciclo de frenado	s			

Tipo de ensayo		0	II	
Nº de muestra				
Fuerza de frenado $0,5 \cdot T_e$	daN			
Coefficiente de frenado $0,5 \cdot T_e / 9,81 \cdot m$ (m = masa de ensayo)	—			
Carrera en la cámara de freno s_e	mm			
Par umbral en la palanca de freno				
C_e	Nm			
$C_{0,e}$	Nm			

Marcha libre:

4.5.1.3. Eficacia del freno de servicio en el caso de las categorías O₁, O₂, O₃ ⁽²⁾

Tipo de ensayo		0	I	
Nº de muestra				
Anexo 12, punto:		2.2.1/3.4.1 ⁽¹⁾	2.2.2/3.4.2 ⁽¹⁾	
Velocidad de ensayo				
Presión en la cámara de freno p_e	kPa			
Nº de accionamientos	—			
Duración de un ciclo de frenado	s			
Fuerza de frenado $0,5T_e$	daN			
Coefficiente de frenado $0,5T_e / 9,81 \cdot m$ (m = masa de ensayo)	—			
Carrera en la cámara de freno s_e	mm			
Par umbral en la palanca de freno				
C_e	Nm			
$C_{0,e}$	Nm			

Marcha libre:.....

4.5.1.4. Eficacia del freno de servicio en el caso de la categoría O₄ ⁽²⁾

Tipo de ensayo		0	III	
Nº de muestra				
Anexo 12, punto:		2.2.1/3.4.1 ⁽¹⁾	2.2.3/3.4.3 ⁽¹⁾	
Velocidad de ensayo				
Inicial	km/h			
Final	km/h			
Presión en la cámara de freno p_e	kPa			
Nº de accionamientos	—			
Duración de un ciclo de frenado	s			

Tipo de ensayo		0	III	
Nº de muestra				
Fuerza de frenado $0,5T_e$	daN			
Coefficiente de frenado $0,5T_e/9,81 \cdot m$ (m = masa de ensayo)	—			
Carrera en la cámara de freno s_e	mm			
Par umbral en la palanca de freno				
C_e	Nm			
$C_{0,e}$	Nm			

Marcha libre:

4.5.1.5. Eficacia del freno de estacionamiento (?)

4.5.1.6. Propiedades dinámicas de fricción Diagrama: desaceleración en relación con la presión

4.6. Ensayos de integridad:

4.6.1. Ensayo de fatiga térmica:

Muestra nº	Ciclos sin daño conforme a: Anexo 11: puntos 4.1.1.1.3/4.1.1.2.3/4.2.1.2.3. Anexo 12: puntos 4.1.1.1.3/4.1.1.2.3/4.2.1.1.3/4.2.1.2.3 ⁽¹⁾

4.6.2. Ensayo de carga elevada:

Muestra nº	Ciclos sin daño conforme a: Anexo 11: puntos 4.1.2.1.3/4.1.2.2.3/4.2.2.1.3/4.2.2.2.3. Anexo 12: puntos 4.1.2.2.3/4.2.2.1.3/4.2.2.2.3 ⁽¹⁾

5. Documentación relativa al ensayo

6. Apéndices

Apéndice

7. Fecha del ensayo

8. Este ensayo se ha llevado a cabo y sus resultados se han consignado de conformidad con el Reglamento nº 90 en su versión modificada en último lugar por la serie 02 de enmiendas.

El servicio técnico que ha efectuado el ensayo

Firma: Fecha:
