

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.º 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  
[2018/1706]**

**Incluye todo texto válido hasta:**

El suplemento 4 de la serie 02 de enmiendas. Fecha de entrada en vigor: 16 de octubre de 2018

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

- 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.º 90
- 1B Comunicación relativa a la concesión, la extensión, la denegación o la retirada de la homologación, o al cese definitivo de la producción, de un disco o tambor de freno de repuesto de conformidad con el Reglamento n.º 90
2. Disposición de la marca y de los datos de homologación
3. Requisitos aplicables a los conjuntos de forro de freno de repuesto para los vehículos de las categorías M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> y N<sub>1</sub>
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 M<sub>3</sub>, N<sub>2</sub> y N<sub>3</sub>
5. Requisitos aplicables a los conjuntos de forro de freno de repuesto para los vehículos de las categorías O<sub>1</sub> y O<sub>2</sub>
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 O<sub>3</sub> y O<sub>4</sub>
7. Requisitos aplicables a los conjuntos de forro de freno de repuesto para los vehículos de la categoría L
- 7 bis Criterios para definir grupos de conjuntos de forro de freno de repuesto para vehículos de la categoría L
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
9. Procedimientos adicionales especiales relativos a la conformidad de la producción
10. Ilustraciones
11. Requisitos aplicables a los discos o tambores de freno de repuesto correspondientes a los vehículos de las categorías M y N
12. Requisitos aplicables a los discos/tambores de repuesto para los vehículos de la categoría O
13. Modelo de informe de ensayo relativo a un disco/tambor de repuesto

14. Requisitos aplicables a los discos de freno de repuesto correspondientes a los vehículos de las categorías L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub> y L<sub>5</sub>
15. Criterios relativos a los grupos de discos para los vehículos de las categorías L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub> y L<sub>5</sub>

## 1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

- 1.1. El presente Reglamento se aplica a la función de frenado básica de las siguientes piezas de repuesto <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup>:
  - 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.º 13, n.º 13-H o n.º 78.
  - 1.1.2. Los forros de freno de tambor de repuesto diseñados para ser remachados en una zapata para su instalación y uso en vehículos de la categoría M<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>, N<sub>3</sub>, O<sub>3</sub> u O<sub>4</sub> que cuenten con una homologación de tipo conforme al Reglamento n.º 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.º 13 o n.º 13-H.
  - 1.1.5. Los 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 L1, L2, L3, L4 y L5 que tengan una homologación de tipo conforme al Reglamento n.º 78.
- 1.2. Los discos, los tambores, los conjuntos de forro de freno y los forros de freno de tambor de origen instalados al fabricarse el vehículo, así como los 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 punto 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.
- 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.º 13, apartado 2.3, el Reglamento n.º 13-H, apartado 2.3, el Reglamento n.º 78, apartado 2.5, o el Reglamento n.º 78, punto 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.

<sup>(1)</sup> En el presente Reglamento, se considerará que las referencias a los Reglamentos n.ºs 13, 13-H o 78 hacen referencia también a cualquier otra normativa internacional, como la Directiva 71/320/CEE, que aplique los mismos requisitos técnicos que los mencionados Reglamentos. Las referencias a secciones específicas de los Reglamentos se interpretarán en consecuencia.

<sup>(2)</sup> 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.

- 2.2.3.2. «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.º 13, anexo 2, punto 8.1.1, al Reglamento n.º 13-H, anexo 1, punto 7.1 <sup>(3)</sup> o al Reglamento n.º 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.
- 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.
- 2.2.13. «Conjunto de forro de freno idéntico»: conjunto de forro de freno de repuesto idéntico al suministrado e instalado como equipamiento de origen e incluido en la homologación de tipo conforme a los Reglamentos n.º 13 o n.º 13-H, con excepción de la marca de los fabricantes del conjunto vehículo/freno, que se omite.
- 2.2.14. «Forro de freno de tambor idéntico»: forro de freno de tambor de repuesto idéntico al suministrado e instalado como equipamiento de origen e incluido en la homologación de tipo conforme a los Reglamentos n.º 13 o n.º 13-H, con excepción de la marca de los fabricantes del conjunto vehículo/freno, que se omite.
- 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 n.ºs 13, 13-H o 78.
- 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 n.º 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 n.º 13.

<sup>(3)</sup> 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.

- 2.3.2. «Código de identificación»: identifica a los discos o tambores de freno cubiertos por la homologación del sistema de frenado conforme a los Reglamentos n.ºs 13 y 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»:
- 2.3.3.1.1. En el caso de los vehículos de las categorías M, N y O: discos de freno/tambores de freno de origen destinados a la reparación del vehículo y que llevan un código de identificación definido en el punto 2.3.2 colocado de forma que sea indeleble y claramente legible.
- 2.3.3.1.2. En el caso de las categorías de vehículo L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub> y L<sub>5</sub>: discos/tambores de freno de origen destinados a la reparación del vehículo.
- 2.3.3.2. Discos de freno idénticos
- 2.3.3.2.1. En el caso de los vehículos de las categorías M, N y O: 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.
- 2.3.3.2.2. En el caso de las categorías de vehículo L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub> y L<sub>5</sub>: disco de freno de repuesto que es idéntico química y físicamente bajo todos los puntos de vista.
- 2.3.3.3. «Tambor de freno idéntico»: tambor de freno de repuesto idéntico al suministrado e instalado como equipamiento de origen e incluido en la homologación de tipo conforme a los Reglamentos n.º 13 o n.º 13-H, con excepción de la marca de los fabricantes del conjunto vehículo/freno y el código de identificación, que se omiten.
- 2.3.3.4. Discos de freno y tambores de freno equivalentes
- 2.3.3.4.1. «Disco de freno equivalente para las categorías M, N y O»: 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.
- 2.3.3.4.2. «Disco de freno equivalente para las categorías L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub> y L<sub>5</sub>»: 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 es de los mismos materiales que se especifican a continuación:
- a) superficie de frenado: uno de los materiales enumerados en el punto 5.3.3.2.2;
- b) campana y elementos de fijación del anillo de frenado: los mismos materiales y las mismas propiedades mecánicas que el disco de origen.
- 2.3.3.4.3. «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.
- 2.3.3.5. Discos de freno y tambores de freno intercambiables
- 2.3.3.5.1. «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.
- 2.3.3.5.2. «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 puntos 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 punto 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 puntos 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 punto 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 punto 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 punto 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 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.
- 3.3.1.3. En el caso de los conjuntos de forro de freno para vehículos de la categoría L, la lista de los conjuntos de forro de freno que pertenezcan al mismo grupo definido con arreglo al anexo 7 bis. Esta lista deberá indicar, para cada conjunto de forro de freno: el nombre y el código del fabricante del conjunto de forro de freno y la superficie del material de fricción (cm<sup>2</sup>).
- 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 punto 5.3.7.1, junto con las tolerancias, e indicación de los accesorios adjuntos:
- el emplazamiento y la naturaleza del marcado con arreglo al punto 6.2.2 — dimensiones en mm;
  - el peso en gramos;
  - el material (en el caso de los discos monobloque) o material en el caso de los discos compuestos y flotantes de las categorías L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub> y L<sub>5</sub>.

## 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) la composición del material, más concretamente:
  - i) la composición química;
  - ii) la microestructura;
  - iii) las propiedades mecánicas de los discos y tambores de freno de fundición:
    - a. la dureza Brinell con arreglo a ISO 6506-1:2005
    - b. la resistencia a la tracción con arreglo a ISO 6892:1998
  - iv) las propiedades mecánicas del disco de freno de acero inoxidable martensítico:
 

dureza Rockwell C con arreglo a ISO 6508-1;
- 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 en el caso de los discos de fundición, y en el anexo 9, parte C, punto 2.5, de este Reglamento en el caso de los discos de acero inoxidable martensítico.

## 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 y parte C, 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 los cuadros siguientes.

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

Elemento n.º	Comprobación/ensayo	Número de muestras de discos de freno para los vehículos de las categorías M, N y O						Observaciones
		1	2	3	4	5	6	
1	Comprobación geométrica Puntos 5.3.3.1, 5.3.4.1.	x	x	x	x	x	x	
2	Comprobación del material Punto 5.3.3.2	x	x					
3	Comprobación de las disposiciones sobre equilibrado Punto 5.3.7.2.			x	x	x	x	
4	Comprobación del marcado en relación con el grado de desgaste Punto 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		

Elemento n.º	Comprobación/ensayo	Número de muestras de discos de freno para los vehículos de las categorías M, N y O						Observaciones
		1	2	3	4	5	6	
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
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

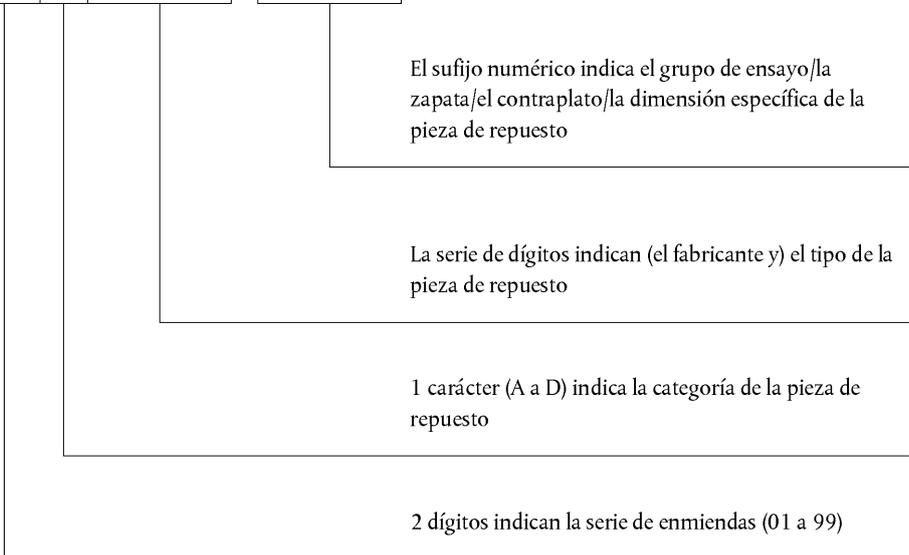
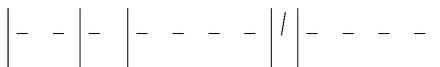
Elemento n.º	Comprobación/ensayo	Número de muestras de discos de freno de repuesto correspondientes a los vehículos de las categorías L <sub>1</sub> , L <sub>2</sub> , L <sub>3</sub> , L <sub>4</sub> y L <sub>5</sub>					Observaciones
		1	2	3	4	5	
1	Comprobación geométrica Puntos 5.3.3.1, 5.3.4.1.	x	x	x	x	x	
2	Comprobación del marcado en relación con el grado de desgaste Punto 5.3.7.3	x	x	x	x	x	
3	Material y dureza de la superficie de frenado Punto 5.3.3.2	x					
4	Comprobación del material de la campana y de los elementos de fijación Puntos 2.4 y 2.5 del anexo 15	x					
5	Ensayo de resistencia a un par estático Punto 2 del anexo 14		x	x			
6	Eficacia del freno de servicio en vehículo Punto 3.2 del anexo 14				x		
7	Fatiga térmica Punto 5.1 del anexo 14					x	
8	Eficacia del freno de servicio en dinamómetro Punto 4.3 del anexo 14						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.º 13, 13-H o 90.

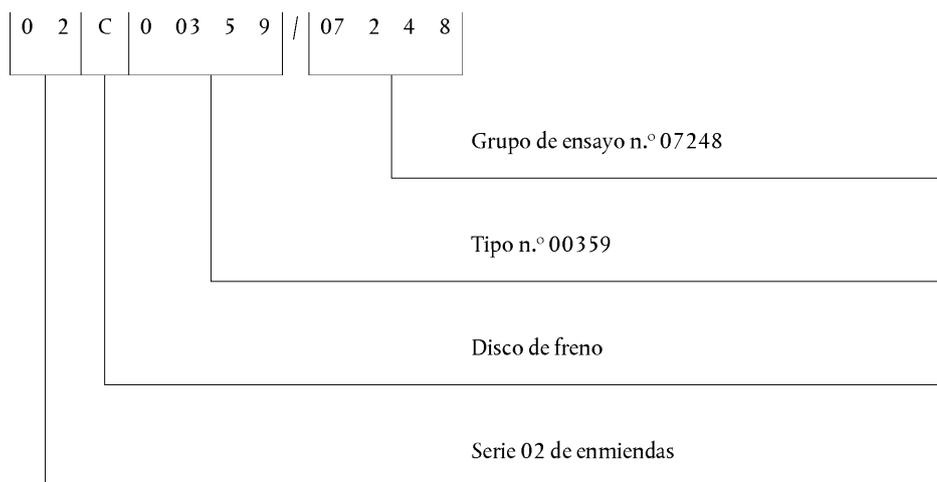
- 3.4.3.3. En el caso de que se requiera efectuar una comparación con el disco o tambor de freno de origen, se proporcionará un juego, destinado a un eje, de discos o tambores de freno de origen, según proceda.
- 3.4.3.4. En aquellos casos en que se solicite la homologación de un disco o tambor de freno 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 punto 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 punto 2.9 del Reglamento n.º 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. La serie siguiente de dígitos indicarán el fabricante y el tipo de forro de freno, disco o tambor. El sufijo numérico deberá indicar:
    - a) la zapata o contraplato o la dimensión específica en el caso de forros de freno de tambor;
    - b) el grupo de ensayo en el caso de un disco o tambor de repuesto.
 Las variantes homologadas como grupo de ensayo deberán indicarse en una lista como apéndice del documento de comunicación.



Ejemplo:



- 4.2.4. En el caso de los conjuntos de forro de freno para los vehículos de la categoría L, los conjuntos de forros de freno pertenecientes al mismo grupo definido de acuerdo con los criterios del anexo 7 bis recibirán el mismo número de homologación que el asignado al conjunto de forro de freno representativo.
- 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 <sup>(4)</sup>;
- 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 punto 4.5.1.
- 4.6. La marca de homologación contemplada en el punto 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 punto 6.1.5 que figura más adelante.
5. ESPECIFICACIONES 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.º 13, serie 09 de enmiendas, o la versión original del Reglamento n.º 13-H o el Reglamento n.º 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.

<sup>(4)</sup> 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.

- 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.º 13, n.º 13-H o n.º 78 cumplen los requisitos del punto 5 del presente Reglamento.
- 5.1.2. Se considera que cumplen los requisitos del punto 5 del presente Reglamento los discos y tambores de repuesto que se ajusten al código de identificación especificado en la documentación de homologación de tipo del vehículo con arreglo a los Reglamentos n.º 13 o n.º 13-H y los discos y tambores de repuesto que se ajusten al tipo especificado en la documentación de homologación de tipo del vehículo conforme al Reglamento n.º 78.
- 5.1.3. Los conjuntos de forro de freno de repuesto idénticos y los forros de freno de tambor idénticos no necesitan someterse a ensayo conforme a los requisitos del punto 5.2.1 del presente anexo, siempre que se cumplan las condiciones siguientes:
- a) El solicitante de la homologación demuestra que produce los conjuntos de forro de freno o los forros de freno de tambor de freno y que los suministra al fabricante del vehículo o del freno como equipamiento de origen para los modelos de vehículos, los ejes y los frenos mencionados en el anexo 1A, punto 6, cuya homologación se solicita.
  - b) El servicio técnico o la autoridad de homologación de tipo verifica que el solicitante produce y suministra la pieza pertinente mencionada en el apéndice 1 del anexo 2 del Reglamento n.º 13 o en el apéndice del anexo 1 del Reglamento n.º 13-H, en el apartado «Marca y tipo de forros de freno» <sup>(3)</sup>.
  - c) El solicitante de la homologación sigue produciendo las piezas de origen y las idénticas:
    - i) a partir de la misma mezcla de materias primas;
    - ii) con el mismo proceso de fabricación;
    - iii) en la misma línea de producción;
    - iv) con el mismo sistema de aseguramiento de la calidad, y
    - v) con los mismos resultados de los ensayos de conformidad de la producción a que se hace referencia en el punto 8.4.1 del presente Reglamento que en el caso de las piezas de origen.

La demostración del cumplimiento de los requisitos especificados en el presente punto estará respaldada por una auditoría sobre el terreno, llevada a cabo por los servicios técnicos responsables de los ensayos de homologación. A tal fin, el fabricante proporcionará acceso al esquema del proceso de fabricación y al plan de control.

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

<sup>(3)</sup> A petición de uno o varios solicitantes de homologación conforme al Reglamento n.º 90, la autoridad de homologación de tipo facilitará la información contenida en el apéndice 1 del anexo 2 del Reglamento n.º 13 o en el apéndice del anexo 1 del Reglamento n.º 13-H. No obstante, dicha información no se proporcionará a efectos distintos de la homologación con arreglo al Reglamento n.º 90.

5.2.1.1. Conjuntos de forro de freno de repuesto para vehículos de las categorías M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> y N<sub>1</sub>

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 <sup>(6)</sup>. 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 M<sub>3</sub>, N<sub>2</sub> y N<sub>3</sub>

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 <sup>(7)</sup>.

5.2.1.3. Conjuntos de forro de freno de repuesto para vehículos de las categorías O<sub>1</sub> y O<sub>2</sub>

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 O<sub>3</sub> y O<sub>4</sub>

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 n.º 13.

5.2.1.5. Conjuntos de forro de freno de repuesto para los vehículos de la categoría L

Se permite la verificación de un conjunto de forro de freno que se considere representativo de un grupo de conjuntos de forro de freno, agrupados con arreglo a los criterios definidos en el anexo 7 bis.

Se considera que el conjunto de forro de freno representativo se corresponde con la aplicación más intensa.

Los resultados obtenidos con dicho conjunto de forro de freno representativo se consideran válidos para todos los conjuntos de forro de freno pertenecientes al mismo grupo definido de acuerdo con los criterios de agrupación del anexo 7 bis.

Al menos un juego de los conjuntos de forro de freno de repuesto elegidos, que represente el 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 <sup>(8)</sup>.

<sup>(6)</sup> 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.

<sup>(7)</sup> Véase la nota 6.

<sup>(8)</sup> Véase la nota 6.

### 5.2.2. Características mecánicas

#### 5.2.2.1. Conjuntos de forro de freno de repuesto para vehículos de las categorías M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>, N<sub>1</sub>, O<sub>1</sub>, O<sub>2</sub> 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/cm<sup>2</sup> y en los conjuntos de zapata 100 N/cm<sup>2</sup>.

##### 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 M<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>, N<sub>3</sub>, O<sub>3</sub> y O<sub>4</sub>

##### 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/cm<sup>2</sup>.

##### 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 (\*)

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.

### 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.

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

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

	Resistencia a un par estático (solo para las categorías de vehículo L <sub>1</sub> , L <sub>2</sub> , L <sub>3</sub> , L <sub>4</sub> y L <sub>5</sub> )	Ensayos de eficacia conforme a los Reglamentos n.ºs 13/13-H/78 (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	Disco no sujeto a lo dispuesto en el presente Reglamento			
Piezas idénticas	No	No	No	No
Piezas equivalentes	No	No	No	Ensayo en dinamómetro
Piezas intercambiables	Ensayo en un banco estático	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.

En el anexo 14 se detallan los requisitos de ensayo de los discos de freno para los vehículos de las categorías L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub> y L<sub>5</sub>.

#### 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 punto 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 la homologación demostrará que produce los discos o tambores de freno presentados y que los suministra al fabricante del vehículo como equipamiento de origen para los modelos o ejes mencionados en el anexo 1B, punto 4, cuya homologación se solicita. Esta demostración incluirá pruebas verificables de que los discos o tambores de freno se producen con los mismos sistemas de fabricación y de aseguramiento de la calidad que las piezas de origen, conforme a lo dispuesto en el punto 2.3.1 del Reglamento. En concreto, se exige que el solicitante de la homologación siga produciendo las piezas de origen y las idénticas:

- a) a partir de las mismas materias primas y con la misma composición y microestructura;
- b) con el mismo proceso de fabricación;
- c) en la misma línea de producción;
- d) con el mismo sistema de aseguramiento de la calidad, y
- e) con los mismos resultados de los ensayos de conformidad de la producción a que se hace referencia en el punto 8.4.2 del presente Reglamento que en el caso de las piezas de origen.

La demostración del cumplimiento de los requisitos especificados en el presente punto estará respaldada por una auditoría sobre el terreno, llevada a cabo por los servicios técnicos responsables de los ensayos de homologación. A tal fin, el fabricante proporcionará acceso al esquema del proceso de fabricación y al plan de control.

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, de las tolerancias y del diseño básico.

## 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 con- tenido 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 (%)		0,40 Mín.	0,40 Mín.	0,40 Mín.	0,40 Mín.
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 <sup>2</sup> )	ISO 6892:1998 Mín.	220 Mín.	160 Mín.	170 Mín.	150 Mín.

5.3.3.2.1. En el caso de los vehículos de las categorías M, N y O, 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

5.3.3.2.2. Acero inoxidable martensítico para el anillo de frenado de los vehículos de las categorías L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub> y L<sub>5</sub>. Para que sea considerado equivalente, el disco de freno de repuesto estará hecho del mismo subgrupo de materiales que el disco de freno de origen. Se establecen cinco subgrupos de materiales para las piezas de origen

	Norma para el ensayo	Subgrupo 1 JIS SUS 410	Subgrupo 2 X 10 Cr 13 EN 10088/2	Subgrupo 3 X 12 Cr 13 EN 10088/2	Subgrupo 4 X 20 Cr 13 EN 10088/2	Subgrupo 5 X 30 Cr 13 EN 10088/2
Contenido en carbono (%)		0,02-0,10	0,08-0,12	0,08-0,15	0,16-0,25	0,26-0,35
Contenido en silicio (%)		Máx. 0,80	Máx. 1,00	Máx. 1,00	Máx. 1,00	Máx. 1,00
Contenido en manganeso (%)		0,50-2,50	Máx. 1,00	Máx. 1,50	Máx. 1,50	Máx. 1,50
Contenido en cromo (%)		10,00-14,50	12,00-14,00	11,50-13,50	12,00-14,00	12,00-14,00
Contenido en hierro (%)		resto				
Dureza HRC	ISO 6508-1:2005	30-40	30-40	30-40	30-40	30-40

## 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.

## 5.3.3.3.1. Disco y tambor de freno para los vehículos de las categorías M, N y O

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

5.3.3.3.2. Discos de freno para los vehículos de las categorías L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub> y L<sub>5</sub>

La pieza deberá superar los ensayos de integridad correspondientes a la carga elevada y la fatiga térmica conforme al anexo 14.

## 5.3.4. Discos o tambores de freno de repuesto intercambiables

## 5.3.4.1. Requisitos geométricos

Con arreglo a lo dispuesto en los puntos 5.3.4.1.1 y 5.3.4.1.2, 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:

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

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

	M <sub>1</sub> , N <sub>1</sub> , O <sub>1</sub> , O <sub>2</sub>	M <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> ,	M <sub>3</sub> , N <sub>3</sub> , O <sub>3</sub> , O <sub>4</sub>
Variación del grosor	0,015 mm	0,030 mm	0,040 mm
Variación del grosor de las paredes del disco (solo discos ventilados)	1,5 mm	2,0 mm	2,0 mm
Desviación lateral de la superficie de fricción	0,050 mm <sup>(1)</sup>	0,15 mm <sup>(1)</sup>	0,15 mm <sup>(1)</sup>
Variación de la cavidad interior de centrado	H9	H9	H9
Paralelismo de la campana	0,100 mm	0,100 mm	0,100 mm
Planicidad de la cara de apoyo	0,050 mm	0,050 mm	0,050 mm
Rugosidad de la superficie de fricción <sup>(2)</sup>	3,2 µm	3,2 µm	3,2 µm

<sup>(1)</sup> No aplicable en el caso de un disco flotante.

<sup>(2)</sup> Valor Ra conforme a ISO 1302:2002.

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

	M <sub>1</sub> , N <sub>1</sub> , O <sub>1</sub> , O <sub>2</sub>	M <sub>2</sub> , M <sub>3</sub> , N <sub>2</sub> , N <sub>3</sub> , O <sub>3</sub> , O <sub>4</sub>
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 <sup>(1)</sup>	3,5 µm	3,5 µm

<sup>(1)</sup> Valor Ra conforme a ISO 1302:2002.

## 5.3.4.2. Requisitos de eficacia

En el caso de las categorías L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub> y L<sub>5</sub>, la pieza deberá superar los siguientes ensayos de eficacia con arreglo a los anexos 11 y 12:

- el ensayo de eficacia con arreglo a los Reglamentos n.ºs 13, 13-H o 78;
- el ensayo de comparación con las propiedades dinámicas de rozamiento de la pieza de origen;
- 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

En el caso de los discos de freno para los vehículos de las categorías M, N y O, se considera que todos los grupos de materiales (incluidos sus subgrupos respectivos) representan tipos distintos.

En el caso de los discos de freno para los vehículos de las categorías L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub> y L<sub>5</sub>, se considera que todos los grupos de materiales (excepto el subgrupo del acero inoxidable martensítico) 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)

Es posible someter a ensayo piezas intercambiables solamente 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, en el anexo 12, punto 3.2.1.2 y en el anexo 14, punto 4.2.1.2.
$m_{\text{replacement part, } i}$	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 de los vehículos de las categorías M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>, N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>, O<sub>1</sub> y O<sub>2</sub>

- 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<sub>3</sub>, N<sub>3</sub>, O<sub>3</sub> y O<sub>4</sub>
- 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.
- 5.3.6.1.3. Criterios relativos a la formación de grupos de ensayo con respecto a los discos de freno de repuesto de los vehículos de las categorías L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub> y L<sub>5</sub>
- 5.3.6.1.3.1. Grupo de ensayo para los ensayos establecidos en el anexo 14
- Este grupo de ensayo incluye todos los discos de freno con arreglo a los criterios establecidos en el anexo 15.
- 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 de los vehículos de las categorías M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>, N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>, O<sub>1</sub> y O<sub>2</sub>
- 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 M<sub>3</sub>, N<sub>3</sub>, O<sub>3</sub> y O<sub>4</sub>
- 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
- Los tambores de freno pueden agruparse como grupos de ensayo que no deben variar más de un 10 % (con respecto al valor más bajo) en términos de diámetro interior del tambor ni más de 40 mm en cuanto a la anchura de las zapatas del 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):
- 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);
  - grosor del disco (dimensiones de origen e indicación del grosor mínimo admisible por desgaste);
  - grosor de la brida de montaje;
  - diámetro del círculo primitivo de los orificios/espárragos de fijación;
  - 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 punto 5.3.6) de un tipo concreto de disco/tambor de freno de repuesto (véase el punto 5.3.5).

#### 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 punto 2.9 del Reglamento n.º 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 se suministrará con 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 o la marca registrada del fabricante;
- 6.2.2.2. el número de homologación;
- 6.2.2.3. el número de pieza;
- 6.2.2.4. una indicación que permita la trazabilidad del proceso de producción (por ejemplo, fecha, número de lote, código fuente);
- 6.2.2.5. 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 punto 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 punto 3.2 cumplen los requisitos del punto 8.
- 8.3. Se realizarán controles adecuados de la producción para verificar la aplicación de los requisitos recogidos en el punto 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 punto 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 punto 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 punto 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 NO 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 punto 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 punto 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 <sup>(2)</sup>:    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.º 90

Homologación n.º ..... Extensión n.º .....

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 <sup>(2)</sup>/ .....
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 punto 2.9 del Reglamento n.º 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 <sup>(2)</sup>/ .....
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.

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

<sup>(2)</sup> Táchese lo que no proceda.

ANEXO 1B

COMUNICACIÓN

(Formato máximo: A4 [210 × 297 mm])



expedida por: Nombre de la administración

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

- relativa a <sup>(2)</sup>:    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 n.º 90

Homologación n.º ..... Extensión n.º .....

1. Nombre y dirección del solicitante: .....
2. Fabricante (nombre y dirección) .....
3. Marca y tipo de disco/tambor de freno .....
4. Vehículos/ejes 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 <sup>(2)</sup>/
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.

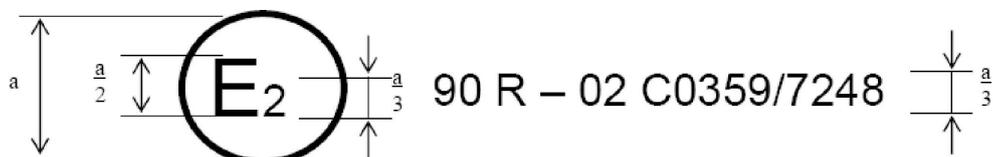
<sup>(1)</sup> Número distintivo del país que ha concedido/extendido/denegado/retirado la homologación (véanse las disposiciones del Reglamento relativas a la homologación).

<sup>(2)</sup> Táchese lo que no proceda.

## ANEXO 2

## DISPOSICIÓN DE LA MARCA Y DE LOS DATOS DE HOMOLOGACIÓN

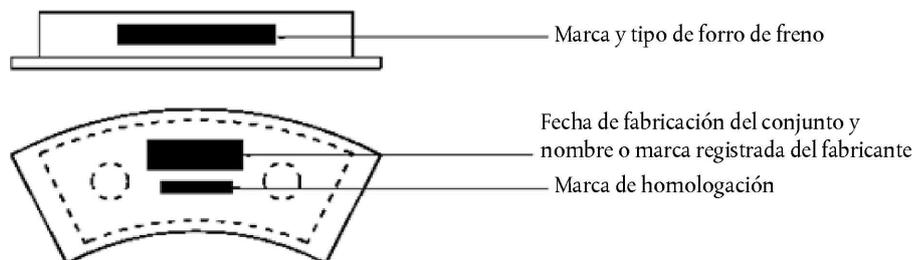
(Ver el punto 4.2. del presente Reglamento)



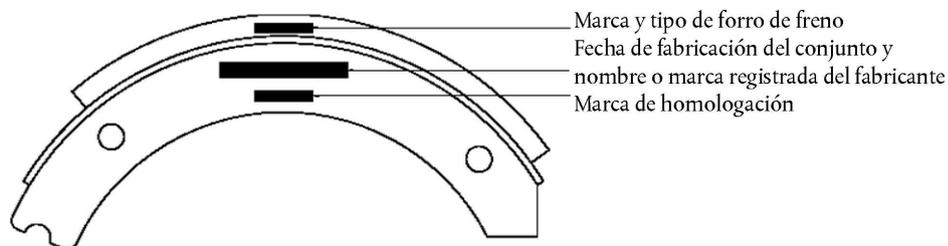
a = 8 mm mín.

La marca de homologación que figura arriba indica que el elemento correspondiente fue homologado en Francia (E2) conforme al Reglamento n.º 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 n.º 90, en su versión modificada por la serie 02 de enmiendas.

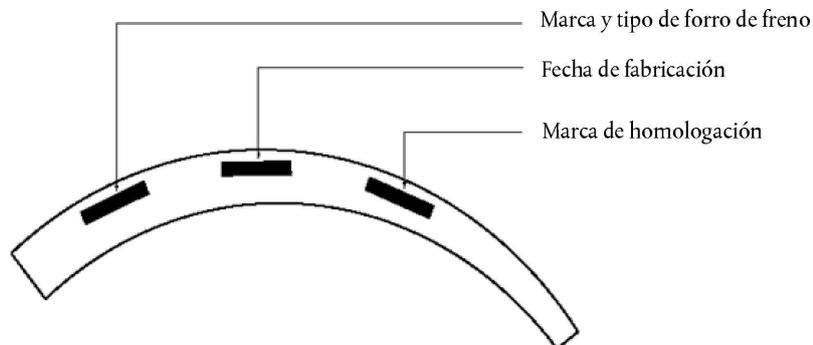
Ejemplo de marcado para un conjunto de cojinete



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 M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> Y N<sub>1</sub>**

## 1. CONFORMIDAD CON LOS REGLAMENTOS N.º 13 O N.º 13-H

El cumplimiento de los requisitos de los Reglamentos n.º 13 o n.º 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.º 13 y n.º 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 completamente cargado.

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 acciéndose el freno al menos 100 veces en desaceleraciones variadas (por lo menos entre 1 m/s<sup>2</sup> y 5 m/s<sup>2</sup>) 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, acciéndose 5 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 <sup>(1)</sup> 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/s<sup>2</sup> (eje delantero) o 0,4 m/s<sup>2</sup> (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 (M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> o N<sub>1</sub>) en el Reglamento n.º 13, anexo 4, puntos 1 y 2, o el Reglamento n.º 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.º 13, anexo 4, punto 1.4.2, o el Reglamento n.º 13-H, anexo 3, punto 1.4.2.

<sup>(1)</sup> 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 sin carga y con carga, de conformidad con el Reglamento n.º 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.º 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.º 13, anexo 4, punto 1.5, o el Reglamento n.º 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 con carga, con arreglo al Reglamento n.º 13, anexo 4, punto 2.2, o el Reglamento n.º 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 descendiente del 18 % y el vehículo con carga, con arreglo al Reglamento n.º 13, anexo 4, punto 2.3.1, o con una pendiente descendiente del 20 % y el vehículo con carga, con arreglo al Reglamento n.º 13-H, anexo 3, punto 2.3.1.
- 1.3. El vehículo deberá cumplir todos los requisitos pertinentes establecidos en el Reglamento n.º 13, anexo 4, punto 2, o en el Reglamento n.º 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 completamente cargado 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  $6 \text{ m/s}^2$  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 <sub>1</sub>	70	45
M <sub>2</sub>	50	40
N <sub>1</sub>	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<sup>2</sup> en los frenos del eje delantero y de 3 m/s<sup>2</sup> 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 ≤ 100 °C, acciónese tres veces el freno a partir de cada una de las velocidades siguientes:
- eje delantero: 65 km/h y 100 km/h, y también 135 km/h si  $v_{\max}$  es superior a 150 km/h;
  - 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	
	Delante	Detrás
M <sub>1</sub>	0,77	0,32
M <sub>2</sub>	0,69	0,44
N <sub>1</sub>	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 trasero	
	Freno de disco	Freno de tambor
Número de frenadas interrumpidas por ciclo	32	32
Velocidad al inicio del frenado (km/h)	80	80

Parámetro	Eje trasero		
	Eje delantero	Freno de disco	Freno de tambor
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
Presión de frenado 30 (kPa)	3 000	3 000	3 000
Presión de frenado 31 (kPa)	1 800	1 800	1 800
Presión de frenado 32 (kPa)	3 800	3 800	3 800
Número de ciclos	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
Número de paradas por ciclo	10	10	10
Velocidad al inicio del frenado (km/h)	100	100	100
Velocidad al final del frenado (km/h)	< 5	< 5	< 5
Nivel de desaceleración (g)	0,4	0,4	0,4
Presión máxima (kPa)	16 000	16 000	10 000
Temperatura inicial 1 (°C)	< 100	< 100	< 100
Temperatura inicial 2 (°C)	< 215	< 215	< 151
Temperatura inicial 3 (°C)	< 283	< 283	< 181
Temperatura inicial 4 (°C)	< 330	< 330	< 202
Temperatura inicial 5 (°C)	< 367	< 367	< 219
Temperatura inicial 6 (°C)	< 398	< 398	< 232
Temperatura inicial 7 (°C)	< 423	< 423	< 244
Temperatura inicial 8 (°C)	< 446	< 446	< 254
Temperatura inicial 9 (°C)	< 465	< 465	< 262
Temperatura inicial 10 (°C)	< 483	< 483	< 270
Número de ciclos	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
Número de paradas por ciclo	18	18	18
Velocidad al inicio del frenado (km/h)	80	80	80
Velocidad al final del frenado (km/h)	30	30	30
Presión (kPa)	3 000	3 000	3 000
Temperatura inicial del freno (°C)	< 100	< 100	< 80
Temperatura final del freno (°C)	Libre	Libre	Libre
Número de ciclos	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/s<sup>2</sup> 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  $M_1$  y  $N_1$ , y de 60 km/h en el caso de  $M_2$ , y con una temperatura del freno  $\leq 100$  °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/s<sup>2</sup>.

- 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/s<sup>2</sup>.

- 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  $\leq 100$  °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  $v_{\text{max}}$  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 M<sub>3</sub>, N<sub>2</sub> Y N<sub>3</sub>**

## 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.º 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.º 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 (M<sub>3</sub>, N<sub>2</sub> o N<sub>3</sub>) en el Reglamento n.º 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 con carga

1.2.1.1.1.2. Ensayo de tipo 0 con el motor embragado, el vehículo sin carga y con carga, de conformidad con el Reglamento n.º 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.º 13, anexo 4, puntos 1.5.1 y 1.5.3.

## 1.2.1.1.1.4. Ensayo de tipo II

El vehículo con carga 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 con carga (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 con carga

## 1.2.1.2. El vehículo deberá cumplir todos los requisitos pertinentes establecidos en el Reglamento n.º 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 completamente cargado 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  $45 \text{ km/h}$  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  $3 \text{ m/s}^2$ . 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  $40 \text{ km/h}$  a  $20 \text{ km/h}$ ,  
de  $60 \text{ km/h}$  a  $40 \text{ km/h}$  y  
de  $80 \text{ km/h}$  a  $60 \text{ km/h}$  (si  $v_{\text{max}} \geq 90 \text{ km/h}$ ).
- 1.2.2.2.2. Obténgase la media de los resultados de cada grupo de tres accionamientos y trácese la velocidad en relación con la correspondiente desaceleración media estabilizada.
- 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.º 13

2.2.1.1. Ensayo de tipo 0

Partiendo de la velocidad inicial de 60 km/h y una temperatura del freno  $\leq 100$  °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 v3hculo (por ejemplo, presi3n de conexi3n del compresor). Deber3 alcanzarse una desaceleraci3n media estabilizada de al menos 5 m/s<sup>2</sup>.

2.2.1.2. Ensayo de tipo 0, eficacia a alta velocidad

Acci3nase el freno tres veces con una temperatura de freno  $\leq 100$  C al principio de cada accionamiento a partir de una velocidad de 100 km/h cuando la homologaci3n est3 destinada a v3hculos de la categor3a N<sub>2</sub> y 90 km/h cuando la homologaci3n est3 destinada a v3hculos de las categor3as M<sub>3</sub> y N<sub>3</sub> 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/s<sup>2</sup>.

2.2.1.3. Ensayo de tipo I

2.2.1.3.1. Procedimiento de calentamiento

Real3cense veinte 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  $\leq 100$  °C en el primer accionamiento. La presi3n en el conducto corresponder3 a una desaceleraci3n de 3 m/s<sup>2</sup> 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/s<sup>2</sup>.

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  $\leq 100$  °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 calentar3n mediante un par de frenado constante que corresponder3 a una desaceleraci3n de 0,15 m/s<sup>2</sup> 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/s<sup>2</sup>.

- 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. Ejérgase lentamente un par 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  $\leq 100$  °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 110 km/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 O<sub>1</sub> Y O<sub>2</sub>**

## 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:

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

donde:

$v$  = 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  $\leq 100$  °C al principio de cada accionamiento, accíonese 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/s<sup>2</sup>. 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.º 13, anexo 4, punto 1.5.2, empezando con una temperatura del rotor del freno  $\leq 100$  °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/s<sup>2</sup>.

## 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 O<sub>3</sub> Y O<sub>4</sub>**

## 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.º 13, anexo 11

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

## 2.1.1. Los resultados se ofrecerán de forma acorde con el Reglamento n.º 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  $\geq 110$  % 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.º 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.º 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  $\leq 100$  °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/s<sup>2</sup>.

## 2.2.2. AnÓtese y trácese la fuerza ejercida sobre el mando o la presión en el conducto y el par 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.º 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 punto 2.9 del Reglamento n.º 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.º 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 (L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub> o L<sub>5</sub>) en el Reglamento n.º 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/s<sup>2</sup> 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 L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub> y L<sub>5</sub>.

## 2.1.1.3. Ensayo de tipo 0 con frenos mojados

No aplicable a vehículos de la categoría L<sub>5</sub> 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.º 78.

## 2.1.1.4. Ensayo de tipo I

Solo aplicable a los vehículos de las categorías L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub> y L<sub>5</sub>.

- 2.1.2. El vehículo deberá cumplir todos los requisitos pertinentes establecidos en el Reglamento n.º 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 L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub> y L<sub>5</sub> y se realizará con el vehículo con carga 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  $\leq 100$  °C, acciónese 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. Obténgase la media de los resultados de cada grupo de tres accionamientos y trácese la velocidad en relación con la correspondiente desaceleración media estabilizada.

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

---

## ANEXO 7 bis

**CRITERIOS PARA DEFINIR GRUPOS DE CONJUNTOS DE FORRO DE FRENO DE REPUESTO PARA VEHÍCULOS DE LA CATEGORÍA L**

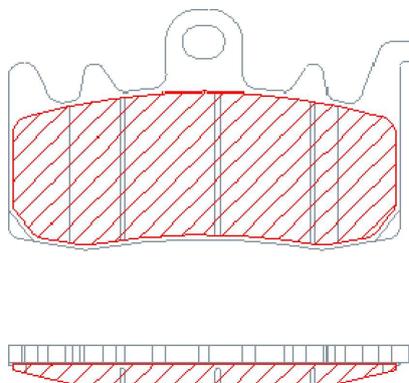
## 1. CRITERIOS DE AGRUPACIÓN

La agrupación se realiza de acuerdo con el siguiente enfoque:

- a) según el material de fricción del forro de freno;
- b) en función de la superficie del material de fricción del conjunto de forro de freno accionado por el pistón o los pistones de solo un lado de la mordaza del freno.

Se entiende por «material de fricción» toda la superficie situada dentro del perímetro del forro de freno (véase la zona rayada de rojo de la figura 1), excluyendo así la presencia de ranuras o chaflanes.

Figura 1



Se prevén 3 grupos de superficies, como se establece en el cuadro 1:

Cuadro 1

Grupo	Superficie del forro de freno [cm <sup>2</sup> ]
A	≤ 15
B	> 15 ≤ 22
C	> 22

## 2. PROCEDIMIENTO DE SELECCIÓN DEL CONJUNTO DE FORRO DE FRENO REPRESENTATIVO DEL GRUPO QUE VAYA A HOMOLOGARSE

El conjunto de forro de freno que vaya a homologarse se define con arreglo a los siguientes criterios:

- a) la elección del material de fricción que vaya a homologarse;
- b) la verificación de las aplicaciones en las que se aplica el material de fricción elegido;
- c) la determinación de la superficie de los conjuntos de forro de freno elegidos con arreglo al cuadro 1, y la clasificación en los grupos A, B o C;
- d) para cada grupo, la selección de la aplicación más intensa, de acuerdo con el máximo valor del índice  $E_p$  (energía cinética por superficie del forro de freno), como se indica a continuación:

$$E_p = \frac{1}{2} \times M \times p \times (V \times c)^2 / (S \times q_p)$$

donde:

$E_p$  = índice de energía cinética [k]/cm<sup>2</sup>

$M$  = peso bruto del vehículo [kg]

- p = porcentaje de reparto del peso del vehículo:
- a) en el caso del sistema de frenado delantero:
    - i) el 75 por ciento para 1 disco de freno
    - ii) el 37,5 por ciento para 2 discos de freno
  - b) en el caso del sistema de frenado trasero:
    - i) 50 %
- V = velocidad máxima del vehículo [m/s]
- c = coeficiente de corrección de la velocidad:
- c) en el caso del sistema de frenado delantero = 0,8
  - d) en el caso del sistema de frenado trasero: variable según el diámetro del disco de freno:
    - i) 0,5 para  $\varnothing \leq 245$  [mm]
    - ii) 0,6 para  $\varnothing > 245 < 280$  [mm]
    - iii) 0,75 para  $\varnothing \geq 280$  [mm]
- S = superficie de forro de freno con arreglo al cuadro 1 [cm<sup>2</sup>].
- q<sub>p</sub> = número de cojinetes en una mordaza

### 3. EXTENSIÓN DE LA HOMOLOGACIÓN EN CASO DE NUEVA SOLICITUD

En el caso de una nueva solicitud que vaya a ser incluida en un grupo existente, se autoriza un incremento del 10 % del valor máximo del índice de energía cinética (E<sub>p</sub> = energía cinética [kJ/cm<sup>2</sup>]) con respecto al valor utilizado para la homologación del conjunto de forro de freno del grupo de referencia.

---

## 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**

## 1. CONFORMIDAD CON LOS REGLAMENTOS N.º 13 o N.º 13-H

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

## 1.1. Ensayo en vehículo

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.º 13 o n.º 13-H, según corresponda. El vehículo estará completamente cargado. Los forros de frenos presentados a ensayo estarán instalados en los frenos correspondientes y no se bruñirán.

## 1.2. El sistema de frenado de estacionamiento del vehículo se ensayará con arreglo a todos los requisitos pertinentes del Reglamento n.º 13, anexo 4, punto 2.3, o del Reglamento n.º 13-H, anexo 3, punto 2.3, según corresponda teniendo en cuenta la homologación 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 M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>, N<sub>1</sub>, O<sub>1</sub>, O<sub>2</sub> 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 punto 5 del presente Reglamento.
- 2.1.2. La velocidad de rotación del disco será de  $660 \pm 10$  1/min<sup>(1)</sup> 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  $600 \pm 60$  m<sup>3</sup>/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 cinco segundos de accionamiento del freno seguidos de diez 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 de la mordaza será constante con arreglo a la siguiente fórmula:

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

$M_d$  = 150 Nm para  $A_k \leq 18,1$  cm<sup>2</sup>

$M_d$  = 300 Nm para  $A_k > 18,1$  cm<sup>2</sup>

<sup>(1)</sup> En el caso de los vehículos de las categorías L<sub>1</sub> y L<sub>2</sub>, podrá utilizarse una velocidad de ensayo más baja.

$A_k$  = área del pistón o pistones del calibrador

$r_w$  = radio efectivo del disco

N.º de ciclo	N.º 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) <sup>(1)</sup>	No
7	1 × 10	100	libre	Sí

<sup>(1)</sup> 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  $22 \pm 6$  N/cm<sup>2</sup> calculada para un freno estático no autorrecargante.

N.º del ciclo	N.º 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.

N.º del ciclo	N.º 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) <sup>(1)</sup>	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

<sup>(1)</sup> 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 ( $\mu_{op}$ ) 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 ( $\mu_{max}$ ) será el valor más elevado registrado en todos los ciclos.

2.3.1.3. El coeficiente mínimo de fricción ( $\mu_{min}$ ) será el valor más bajo registrado en todos los ciclos.

- 2.3.2. Conjuntos de zapata
- 2.3.2.1. El par medio ( $M_{\text{mean}}$ ) 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 ( $M_{\text{hot}}$ ) 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  $M_{\text{hot}}$ .
- 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  $\mu_{\text{op}}$ ,  $\mu_{\text{min}}$ ,  $\mu_{\text{max}}$ ;
- 2.4.1.2. en el caso de los conjuntos de zapata, los valores correspondientes a  $M_{\text{mean}}$  y  $M_{\text{hot}}$ .
- 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:
- $\mu_{\text{op}} \pm 15$  % del valor registrado;
- $\mu_{\text{min}} \geq$  valor registrado;
- $\mu_{\text{max}} \leq$  valor registrado.
- 2.4.2.2. En el caso de los forros para frenos de tambor de un solo cilindro:
- $M_{\text{mean}} \pm 20$  % del valor registrado;
- $M_{\text{hot}} \geq$  valor registrado.
3. CONJUNTOS DE FORRO DE FRENO Y FORROS DE FRENO DE TAMBOR PARA LOS VEHÍCULOS DE LAS CATEGORÍAS M<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>, N<sub>3</sub>, O<sub>3</sub> Y O<sub>4</sub>
- 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  $278 \pm 2$  mm y un grosor de  $12 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$ . 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  $660 \pm 10$  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  $600 \pm 60$  m<sup>3</sup>/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 cinco segundos de accionamiento del freno seguidos de diez segundos sin accionarlo.

N.º de ciclo	N.º de accionamientos del freno X	Temperatura inicial del rotor del freno (°C)	Enfriamiento forzado
1	5	100	Sí
2	5	en aumento pero $\leq 200$	No
3	5	200	No

N.º de ciclo	N.º de accionamientos del freno X	Temperatura inicial del rotor del freno (°C)	Enfriamiento forzado
4	5	en aumento pero $\leq 300$	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 $\leq 300$	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  $\mu$ .

El valor  $\mu$  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  $\mu_{op1}$  es el valor medio de  $\mu$  registrado para los accionamientos del freno en los ciclos 1 y  $\mu_{op2}$  es el valor medio de  $\mu$  registrado para los accionamientos del freno en el ciclo 9.

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

3.3.3. El coeficiente mínimo de fricción  $\mu_{min}$  es el valor más bajo de  $\mu$  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  $\mu_{op1}$ ,  $\mu_{op2}$ ,  $\mu_{min}$  y  $\mu_{max}$ .

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:

$\mu_{op1}$ ,  $\mu_{op2} \pm 15\%$  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 DE FUNDICIÓN

#### 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. Composición química

##### 2.2. 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 5.3.4.1.1 en el caso de los discos de freno y en el punto 5.3.4.1.2 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.

## PARTE C

### **CONFORMIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE LOS DISCOS DE FRENO DE ACERO INOXIDABLE MARTENSÍTICO**

#### 1. INTRODUCCIÓN

La parte C se aplica a los discos 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. Propiedades mecánicas

dureza Rockwell C medida con arreglo a ISO 6508-1:2005.

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

### 2.3. Características geométricas

Frenos de disco:

- a) variación del grosor;
- b) desviación de la superficie de fricción;
- c) rugosidad de la superficie de fricción.

### 2.4. 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) 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 5.3.4.1.1 en el caso de los discos de freno.

### 2.5. Documentación

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

### 2.6. Frecuencia de los ensayos

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

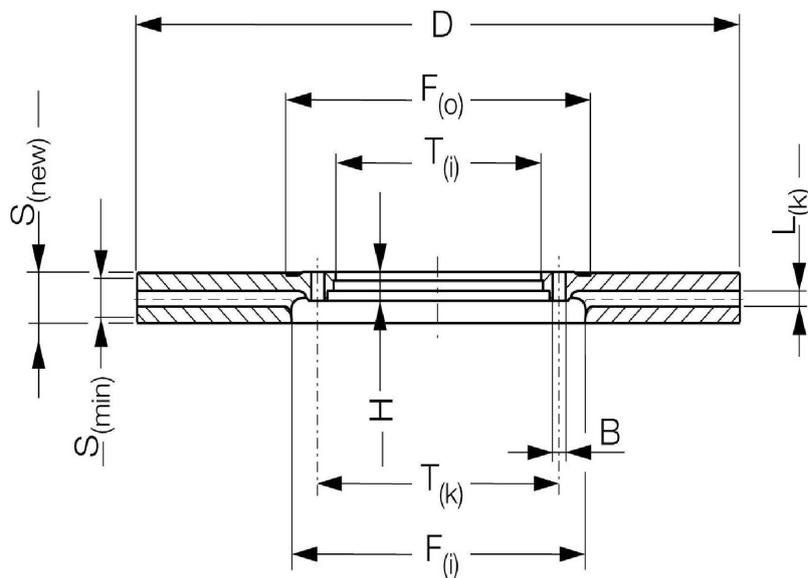
—

## ANEXO 10

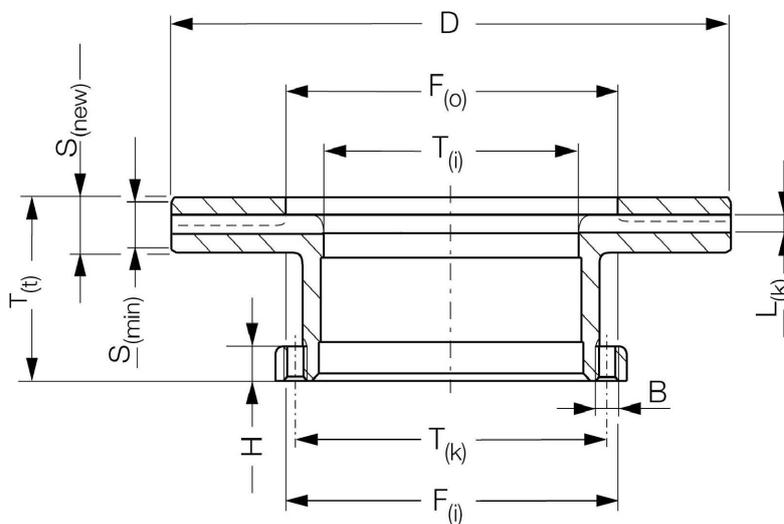
## ILUSTRACIONES

## 1. Tipos por diseño de frenos de disco para las categorías M, N y O (ejemplos)

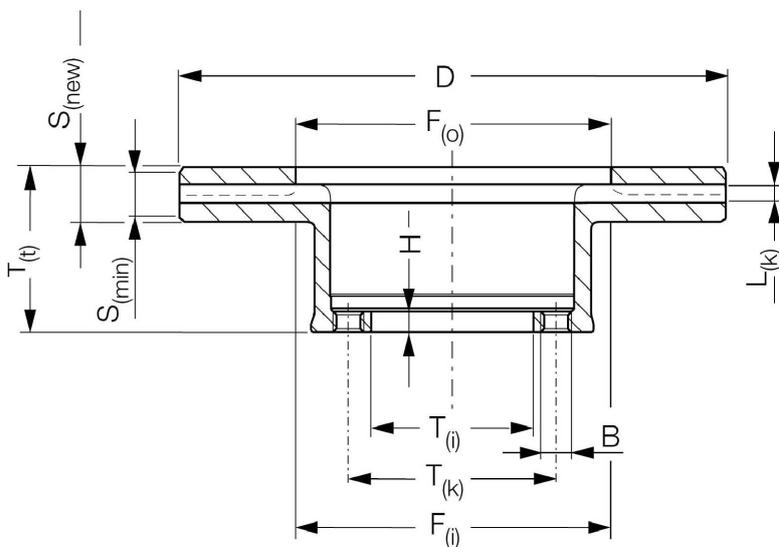
## Tipo plano



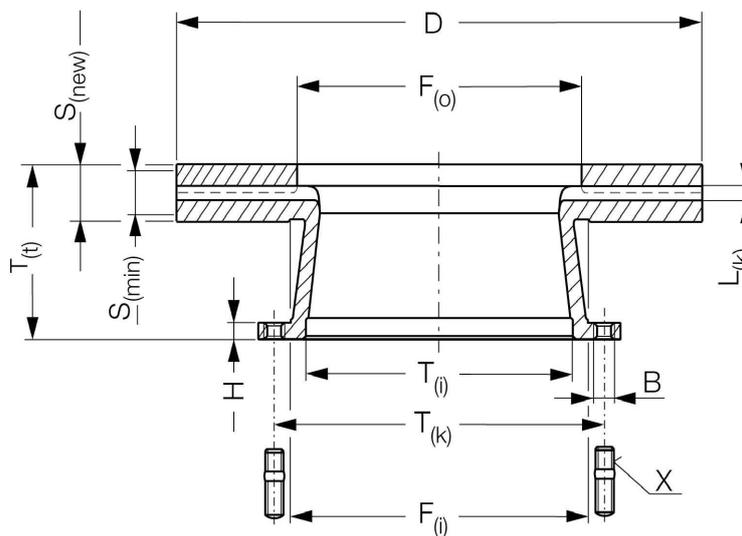
## Tipo cilindro



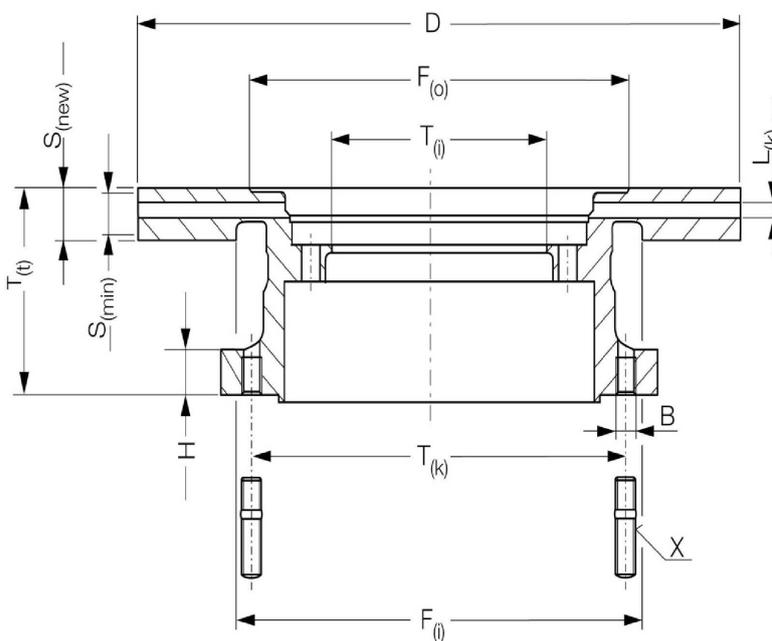
Tipo olla



Tipo cónico

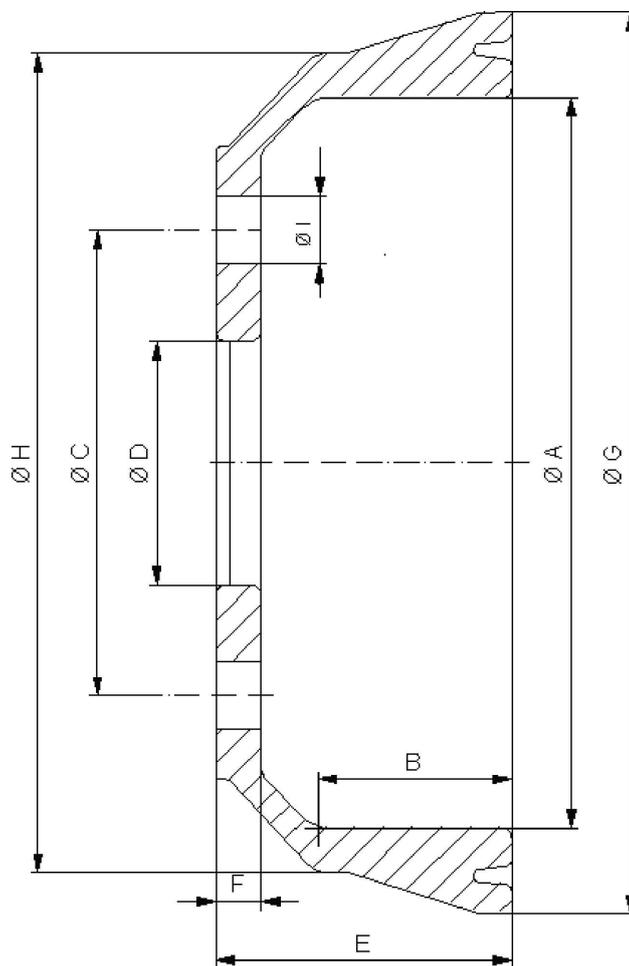


Tipo de doble brida



- 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

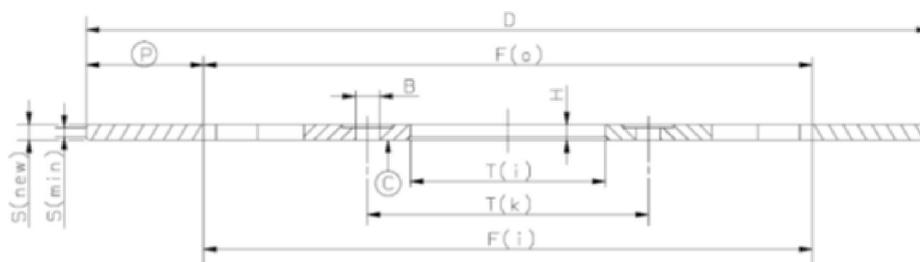
2. Tambor de freno para las categorías M, N y O (ejemplos)



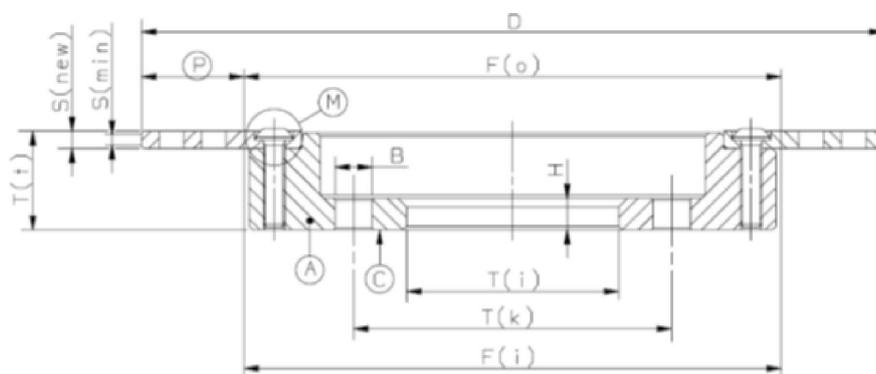
- A Diámetro interior del tambor
- B Anchura de la superficie de fricción
- C Número de orificios de pernos de montaje «x» y diámetro del círculo primitivo
- D Diámetro de la espiga de montaje
- E Anchura exterior del tambor
- F Grosor de la brida de montaje
- G Diámetro exterior del tambor
- H Diámetro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

### 3. Tipos por diseño de discos de freno para las categorías L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub> y L<sub>5</sub> (ejemplos)

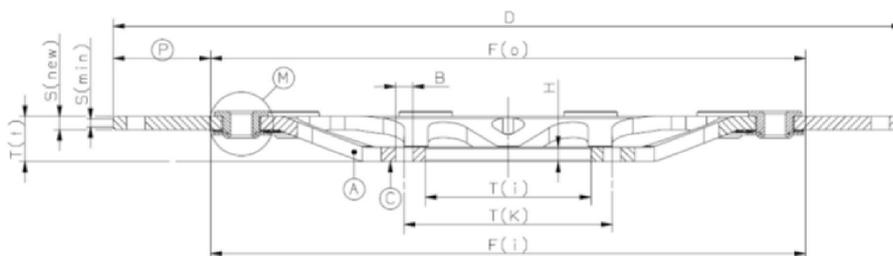
Tipo monobloque: disco de freno con la superficie de frenado y la campana hechas en una única pieza y, por tanto, del mismo material



Tipo compuesto de elementos fijados entre sí: disco de freno con el anillo de frenado de acero, mientras que la campana es de otro material, por lo general aluminio; los dos componentes están fijados rígidamente mediante una unión remachada o atornillada.



Tipo flotante: disco de freno con el anillo de frenado liberado radialmente de la campana, a fin de permitir su dilatación térmica.



- 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
- $S_{(new)}$  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

## 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 punto 5.3 del presente Reglamento, según la categoría del vehículo:

## Cuadro A11/1A

**Vehículos de las categorías M<sub>1</sub> y N<sub>1</sub>**

	Ensayo en vehículo	Ensayo alternativo en dinamómetro
Ensayos de eficacia conforme a los Reglamentos n.ºs 13/13-H	2.2.1. Tipo 0, con el motor desembragado	3.4.1. Tipo 0 (simulación con el motor desembragado)
	2.2.2. Tipo 0, con el motor embragado	3.4.4. Simulación de ensayos de frenado de tipo 0, 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

## Cuadro A11/1B

**Vehículos de las categorías M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>, N<sub>2</sub> y N<sub>3</sub>**

	Ensayo en vehículo	Ensayo alternativo en dinamómetro
Ensayos de eficacia conforme al Reglamento n.º 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 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)

	Ensayo en vehículo	Ensayo alternativo en dinamómetro
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 punto 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 dicho disco/tambor de freno de repuesto y con dispositivos para someter a ensayo los frenos conforme a lo dispuesto en los Reglamentos n.º 13 o 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 n.º 13, 13-H o 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 motor desembragado y el vehículo con carga

Este ensayo se realizará de conformidad con el Reglamento n.º 13, anexo 4, punto 1.4.2, o el Reglamento n.º 13-H, anexo 3, punto 1.4.2.

#### 2.2.2. Ensayos de freno de tipo 0 con el motor embragado y el vehículo sin carga y con carga

Este ensayo se realizará de conformidad con el Reglamento n.º 13, anexo 4, punto 1.4.3 (ensayo suplementario, comportamiento del vehículo ante el frenado cuando circula a gran velocidad), o el Reglamento n.º 13-H, anexo 3, punto 1.4.3.

#### 2.2.3. Ensayo de tipo I

Este ensayo se realizará de conformidad con el Reglamento n.º 13, anexo 4, punto 1.5.1, o el Reglamento n.º 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.º 13, anexo 4, punto 1.5.3, o en el Reglamento n.º 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 n.º 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 con carga, 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 con carga

#### 2.3.3. El vehículo deberá cumplir todas las disposiciones pertinentes establecidas en el Reglamento n.º 13, anexo 4, punto 2.3, o en el Reglamento n.º 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 con carga 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, acci3nase 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<sup>2</sup> (M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>, N<sub>1</sub>) o 3,5 m/s<sup>2</sup> (M<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>, N<sub>3</sub>), 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 <sub>1</sub>	70	45
M <sub>2</sub>	50	40
N <sub>1</sub>	65	50
M <sub>3</sub> , N <sub>2</sub> , N <sub>3</sub>	45	45

Antes de cada accionamiento del freno, la temperatura inicial del disco/tambor de freno será ≤ 100 °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 ± 10 % o ± 0,4 m/s<sup>2</sup> 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:

$I$  = inercia rotativa (kgm<sup>2</sup>)

$r_{\text{dyn}}$  = 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 ( $r_{\text{dyn}}$ ) 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:

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

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

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

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)
M1	77	32
M <sub>2</sub>	69	44
N <sub>1</sub>	66	39
M <sub>3</sub> , N <sub>2</sub> , N <sub>3</sub>	55	55

c) Al someter a ensayo discos y tambores de freno para vehículos de más de 2 ejes:

$$m = 0,55 m_{\text{axle}} \quad m_{\text{axle}}: \text{masa máxima técnicamente admisible del eje}$$

3.2.2. La velocidad inicial de rotación del dinamómetro se corresponderá con la velocidad lineal del vehículo a 80 km/h (M<sub>1</sub>, N<sub>1</sub>) o 60 km/h (M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>, N<sub>3</sub>) 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 estará 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.º 13, n.º 13-H o n.º 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.º 13, n.º 13-H o n.º 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 <sub>1</sub> , M <sub>2</sub> y N <sub>1</sub> 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 <sub>3</sub> , N <sub>2</sub> y N <sub>3</sub> Procedimiento de rodaje (bruñido): 100 (disco) o 200 (tambor) accionamientos del freno T <sub>i</sub> = 150 °C (disco) o 100 °C (tambor) v <sub>i</sub> = 60 km/h d <sub>m</sub> = 1 y 2 m/s <sup>2</sup> alternativamente
2.	Propiedades dinámicas de fricción, v. el punto 3.5.1 del presente anexo
3.	Ensayo del freno de tipo 0 (simulación con el motor desembragado), v. el punto 3.4.1 del presente anexo
4.	Ensayo de freno de tipo I, v. el punto 3.4.2 del presente anexo
5.	Nuevo bruñido: 10 (disco) o 20 (tambor) accionamientos del freno T <sub>i</sub> = 150 °C (disco) o 100 °C (tambor) v <sub>i</sub> = 60 km/h, d <sub>m</sub> = 1 y 2 m/s <sup>2</sup> alternativamente
6.	Ensayo del freno de tipo 0 (simulación con el motor embragado), v. el punto 3.4.1 del presente anexo
7.	Ensayo del freno de tipo 0 (simulación con el motor embragado), v. el punto 3.4.4 del presente anexo
8.	Nuevo bruñido: (como n.º 5)
9.	Propiedades dinámicas de fricción, v. el punto 3.5.1 del presente anexo
10.	Ensayo de freno de tipo II (si procede), v. el punto 3.4.3 del presente anexo
11.	Nuevo bruñido: (como n.º 5)
	Las etapas 12 a 19 tienen carácter opcional (si la activación no es suficiente)

12.	Ensayo de freno de tipo 0, v. el punto 3.4.1 del presente anexo
13.	Ensayo de freno de tipo I, v. el punto 3.4.2 del presente anexo
14.	Nuevo bruñido: (como n.º 5)
15.	Propiedades dinámicas de fricción, véase el punto 3.5.1 del presente anexo
16.	Ensayos del freno de tipo 0 (simulación con el motor embragado), v. el punto 3.4.4 del presente anexo
17.	Nuevo bruñido: (como n.º 5)
18.	Propiedades dinámicas de fricción, véase el punto 3.5.1 del presente anexo
19.	Nuevo bruñido: (como n.º 5)

### 3.4. Sistema de frenado de servicio

#### 3.4.1. Ensayo de freno de tipo 0 (simulación con el motor desembragado)

Partiendo de una velocidad de rotación inicial equivalente a 100 km/h (en el caso de  $M_1/N_1$ ), o de 60 km/h (en el caso de  $M_2/M_3/N_2/N_3$ ) y una temperatura del freno  $\leq 100$  °C al inicio de cada accionamiento, acciónese tres veces el freno con la misma presión de accionamiento de forma que se consiga una desaceleración media estabilizada, incluida la resistencia a la rodadura (véase el punto 3.4.1.1 del presente anexo), o un par medio de frenado basado en la distancia de frenado equivalente a la desaceleración media estabilizada, incluida la resistencia a la rodadura (véase el punto 3.4.1.1 del presente anexo), de al menos  $6,43 \text{ m/s}^2$  para las categorías de vehículo  $M_1/N_1$  o  $5 \text{ m/s}^2$  para las categorías de vehículo  $M_2/M_3/N_2/N_3$ .

En el caso de sistemas de frenado neumáticos, la presión del accionador del freno no deberá ser superior a la presión garantizada permanentemente por el sistema de frenado del tipo o tipos de vehículo (por ejemplo, la presión de conexión del compresor), y el par de entrada del freno (C) no deberá exceder del par de entrada máximo admisible ( $C_{\text{max}}$ ) utilizando la cámara de freno más pequeña del tipo o tipos de vehículo.

El rendimiento en frío será la media de los tres resultados obtenidos.

##### 3.4.1.1. Resistencia a la rodadura

Se considera que la resistencia a la rodadura es igual a una desaceleración de  $0,1 \text{ m/s}^2$ .

#### 3.4.2. Ensayo del freno de tipo I

##### 3.4.2.1. Procedimiento de calentamiento

##### 3.4.2.1.1. Según la categoría del vehículo, haga frenadas interrumpidas de conformidad con las condiciones fijadas en el cuadro que figura a continuación. Cada accionamiento del freno se llevará a cabo de modo que se logre una desaceleración constante, incluida la resistencia a la rodadura (véase el punto 3.4.1.1 del presente anexo) o un par de frenado constante equivalente a la desaceleración, incluida la resistencia a la rodadura (véase el punto 3.4.1.1 del presente anexo), de $3 \text{ m/s}^2$ .

El primer accionamiento del freno comenzará a una temperatura del freno  $\leq 100$  °C.

Categoría de vehículo	$v_1$ [km/h]	$v_2$ [km/h]	$\Delta t$ [s]	N
$M_1$	$80 \% v_{\text{max}} \leq 120 \text{ km/h}$	$0,5 v_1$	45	15
$M_2$	$80 \% v_{\text{max}} \leq 100 \text{ km/h}$	$0,5 v_1$	55	15
$N_1$	$80 \% v_{\text{max}} \leq 120 \text{ km/h}$	$0,5 v_1$	45	15
$M_3/N_2/N_3$	$80 \% v_{\text{max}} \leq 60 \text{ km/h}$	$0,5 v_1$	60	20

donde:

$v_1$  = velocidad inicial, al comenzar a frenar

$v_2$  = velocidad al dejar de frenar

$v_{\max}$  = velocidad máxima del vehículo

$n$  = N.º de accionamientos de freno

$\Delta t$  = duración de un ciclo de frenado: tiempo transcurrido desde el inicio de una aplicación de los frenos hasta la siguiente

3.4.2.1.2. En el caso de frenos equipados con dispositivos de ajuste automático de los frenos, tal ajuste se efectuará, antes de proceder al ensayo de tipo I, siguiendo los procedimientos siguientes, según proceda:

3.4.2.1.2.1. Si se trata de frenos neumáticos, el ajuste de los frenos deberá hacerse de modo que pueda funcionar el dispositivo de ajuste automático. Para ello, la carrera del accionador deberá ajustarse como sigue:

$$s_0 \geq 1,1 \cdot s_{\text{re-adjust}}$$

(el límite superior no deberá sobrepasar el valor recomendado por el fabricante)

donde:

$s_{\text{re-adjust}}$  es la carrera de reajuste, según la especificación del fabricante, del dispositivo de ajuste automático del freno, es decir, la carrera donde empieza a reajustar la holgura de los frenos con una presión del accionador equivalente al 15 % de la presión de funcionamiento del sistema de freno, pero no inferior a 100 kPa.

Cuando se convenga con el servicio técnico en que no resulta práctico medir la carrera del accionador, se acordará con él el ajuste inicial.

Partiendo de la condición expuesta, se accionará 50 veces seguidas el freno con una presión del accionador equivalente al 30 % de la presión de funcionamiento del sistema de freno, pero no inferior a 200 kPa. A continuación se frenará una sola vez con una presión del accionador  $\geq 650$  kPa.

3.4.2.1.2.2. Con respecto a los frenos de disco hidráulicos, no se consideran necesarios requisitos de ajuste.

3.4.2.1.2.3. En el caso de frenos de tambor hidráulicos, el ajuste de los frenos será el que especifique el fabricante.

3.4.2.2. Eficacia en caliente

No más tarde de 60 segundos después de terminar el procedimiento de calentamiento, se medirá la eficacia en caliente en las condiciones de velocidad y presión aplicadas en el ensayo del tipo 0.

Para los vehículos de las categorías  $M_1$  y  $N_1$ , la desaceleración media estabilizada, incluida la resistencia a la rodadura (véase el punto 3.4.1.1 del presente anexo), o un par medio de frenado basado en la distancia de frenado equivalente a la desaceleración media estabilizada, incluida la resistencia a la rodadura (véase el punto 3.4.1.1 del presente anexo), no deberá ser inferior al 75 % del valor alcanzado con el freno frío en el ensayo de tipo 0 ni inferior a 4,8 m/s<sup>2</sup>.

Para los vehículos de las categorías  $M_2$ ,  $M_3$ ,  $N_2$  y  $N_3$ , la desaceleración media estabilizada, incluida la resistencia a la rodadura (véase el punto 3.4.1.1 del presente anexo), o un par medio de frenado basado en la distancia de frenado equivalente a la desaceleración media estabilizada, incluida la resistencia a la rodadura (véase el punto 3.4.1.1 del presente anexo), no deberá ser inferior al 60 % del valor alcanzado con el freno frío en el ensayo de tipo 0 ni inferior a 4 m/s<sup>2</sup>.

3.4.2.3. Ensayo de marcha libre

En el caso de frenos equipados con dispositivos de ajuste automático de los frenos, estos se dejarán enfriar, tras completar los ensayos descritos en el anterior punto 3.4.2.2, a una temperatura que represente la de un freno frío (es decir,  $\leq 100$  °C) y se verificará que el freno puede girar libremente cumpliendo una de las siguientes condiciones:

- el disco o el tambor gira libremente (es decir, pueden hacerse girar con la mano);
- cuando el disco o tambor gira a una velocidad de rotación equivalente a una velocidad constante  $v = 60$  km/h sin aplicar el freno, las temperaturas asintóticas no superan un incremento de la temperatura del tambor/disco de 80 °C.

3.4.3. Ensayo del freno de tipo II

3.4.3.1. Procedimiento de calentamiento

3.4.3.1.1. Los frenos se calentarán, partiendo de una temperatura inicial  $\leq 100$  °C, frotando el freno a una velocidad de rotación constante equivalente a 30 km/h con un par de frenado constante correspondiente a una desaceleración, con exclusión de la resistencia a la rodadura, de 0,15 m/s<sup>2</sup> durante un período de 12 minutos.

3.4.3.1.2. En el caso de frenos equipados con dispositivos de ajuste automático de los frenos, tal ajuste se efectuará, antes de proceder al ensayo de tipo II, siguiendo el procedimiento establecido en el punto 3.4.2.1.2 del presente anexo.

3.4.3.2. Eficacia en caliente

No más tarde de 60 segundos después de terminar el procedimiento de calentamiento, se medirá la eficacia en caliente en las condiciones de velocidad y de presión de accionamiento aplicadas en el ensayo del tipo 0.

Con el freno caliente, la desaceleración media estabilizada, incluida la resistencia a la rodadura (véase el punto 3.4.1.1 del presente anexo), o el par medio de frenado basado en la distancia de frenado equivalente a la desaceleración media estabilizada, incluida la resistencia a la rodadura (véase el punto 3.4.1.1 del presente anexo), no deberá ser inferior a  $3,75 \text{ m/s}^2$ .

3.4.3.3. Ensayo de marcha libre

(véase el punto 3.4.2.3 del presente anexo)

3.4.4. Ensayo del freno de tipo 0 (simulación 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 en el que se simule la condición de cargado (véase el punto 3.2 del presente anexo).

Categoría de vehículo	Velocidad inicial- $v_1$ (km/h)
$M_1$	$80 \% v_{\max} \leq 160 \text{ km/h}$
$M_2$	100 km/h
$M_3$	90 km/h
$N_1$	$80 \% v_{\max} \leq 160 \text{ km/h}$
$N_2$	100 km/h
$N_3$	90 km/h

donde:

$v_1$  = velocidad inicial, al comenzar a frenar

$v_{\max}$  = velocidad máxima del vehículo

Partiendo de una velocidad de rotación inicial equivalente a las velocidades del cuadro anterior y una temperatura del freno  $\leq 100 \text{ }^\circ\text{C}$  al inicio de cada accionamiento, accíonese tres veces el freno con la misma presión de accionamiento de forma que se consiga una desaceleración media estabilizada, incluida la resistencia a la rodadura (véase el punto 3.4.1.1 del presente anexo), o un par medio de frenado basado en la distancia de frenado equivalente a la desaceleración media estabilizada, incluida la resistencia a la rodadura (véase el punto 3.4.1.1 del presente anexo), de al menos  $5,76 \text{ m/s}^2$  para las categorías de vehículo  $M_1$  y  $N_1$ , o  $4 \text{ m/s}^2$  para las categorías de vehículo  $M_2$ ,  $M_3$ ,  $N_2$  y  $N_3$ .

El rendimiento en frío será la media de los tres resultados obtenidos.

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, accíonese 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  $6 \text{ m/s}^2$  ( $M_1$ ,  $M_2$ ,  $N_1$ ) o  $5 \text{ m/s}^2$  ( $M_3$ ,  $N_2$ ,  $N_3$ ). 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 repuesto 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 n.º 13, n.º 13-H o n.º 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 nuevos y el disco nuevo se instalarán en el freno correspondiente y se rodarán (se bruñirán) con arreglo al procedimiento del anexo 3, punto 2.2.2.3. En caso de que se necesiten forros nuevos para finalizar el ensayo, deberán estar rodados (bruñidos) con arreglo al mismo procedimiento:

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

Disposiciones relativas al ensayo	Ensayo de fatiga térmica
Intervalo de frenado (= $t_{total}$ )	70 s
N.º de accionamientos del freno por ciclo	2
Par de frenado correspondiente a una desaceleración de	5,0 m/s <sup>2</sup>
N.º total de ciclos de frenado	100 o 150 (v. 4.1.1.1.3)
Accionamientos del freno desde a	$v_{max}$ 20 km/h
Temperatura inicial del 1er 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 ( $t_{bra} + t_{acc} + t_{rest}$ )

#### 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.

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 M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>, N<sub>2</sub> y N<sub>3</sub>

##### 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]	$r_{\text{dyn}}$ [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 <sup>(1)</sup>	<sup>(1)</sup>	<sup>(1)</sup>	—

<sup>(1)</sup> 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  $r_{\text{dyn}}$ ).

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 (bruido):	100 accionamientos de freno Velocidad inicial: 60 km/h Velocidad final: 30 km/h $d_m = 1 \text{ m/s}^2$ y $2 \text{ m/s}^2$ 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 $2 \text{ m/s}^2$ 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 m/s <sup>2</sup> 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 <sup>2</sup> 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»:

- grietas radiales en la superficie de fricción superiores a 2/3 de la altura radial del anillo 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.

#### 4.1.2. Ensayo de carga elevada del disco de freno

En el caso de piezas intercambiables, el ensayo de carga elevada se realizará en un nuevo disco de freno o en el mismo disco de freno utilizado para el ensayo alternativo en dinamómetro (véase el punto 3.3 del presente anexo).

En el caso de piezas equivalentes, el ensayo de carga elevada 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.ºs 13, 13-H o 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 M<sub>1</sub> y N<sub>1</sub>

##### 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)

Los nuevos forros de freno y el nuevo disco estarán instalados en el freno correspondiente y rodados (bruñidos) con arreglo al procedimiento del anexo 3, punto 2.2.2.3. En caso de que se necesiten forros nuevos para finalizar el ensayo, deberán estar rodados (bruñidos) con arreglo al mismo procedimiento:

Cuadro A11/4.1.2.1.2

Disposiciones relativas al ensayo	Ensayo de carga elevada
Categorías de vehículos	M <sub>1</sub> /N <sub>1</sub>
Tipo de frenado	Accionamientos de freno independientes
N.º de accionamientos de freno	70
Velocidad inicial al inicio del frenado	≤ 100 °C
Par de frenado correspondiente a una desaceleración de	10,0 m/s <sup>2</sup> con una presión ≤ 16 000 kPa o p = 16 000 kPa (< 10,0 m/s <sup>2</sup> )
Accionamientos del freno desde a	v <sub>max</sub> 10 km/h

En aquellos casos en que la v<sub>max</sub> que se utilice para someter a ensayo la pieza de repuesto sea 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»:

- 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.

4.1.2.2. Vehículos de las categorías M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>, N<sub>2</sub> y N<sub>3</sub>

## 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)

Rodaje de conformidad con el cuadro A11/4.1.1.2.2.

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 aplicable a la mordaza de freno pertinente.

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. El ensayo se considerará válido si el par máximo requerido se alcanza en al menos un 90 % de los accionamientos del freno a condición de que se haya aplicado la presión máxima en el 10 % restante.

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.

#### 4.2. 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.º 13, n.º 13-H o n.º 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 M<sub>1</sub> y N<sub>1</sub>

###### 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 M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>, N<sub>2</sub> y N<sub>3</sub>

###### 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	( <sup>1</sup> )	( <sup>1</sup> )	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	( <sup>1</sup> )	( <sup>1</sup> )	( <sup>1</sup> )	( <sup>1</sup> )	( <sup>1</sup> )	( <sup>1</sup> )	—

(<sup>1</sup>) 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
Procedimiento de rodaje (bruido):	200 accionamientos de freno Velocidad inicial: 60 km/h Velocidad final: 5 km/h $dm = 1 \text{ m/s}^2$ y $2 \text{ m/s}^2$ alternativamente Temperatura inicial: ≤ 200 °C (empezando a temperatura ambiente) Como alternativa, el rodaje puede omitirse si el solicitante de la homologación considera que no es necesario.
Tipo de frenado	Secuencia de accionamientos del freno
N.º de accionamientos de freno	250 o 300 veces (lo que corresponda) – véase el punto 4.2.1.2.3. <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 <sup>2</sup>
Accionamientos del freno desde a	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»:

- 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

En el caso de piezas intercambiables, el ensayo de carga elevada se realizará en un nuevo tambor de freno o en el mismo tambor de freno utilizado para el ensayo alternativo en dinamómetro (véase el punto 3.3 del presente anexo).

En el caso de piezas equivalentes, el ensayo de carga elevada se realizará utilizando un tambor nuevo, un 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.ºs 13, 13-H o 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.

##### 4.2.2.1. Vehículos de las categorías $M_1$ y $N_1$

###### 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)

Este ensayo abarca también los requisitos del ensayo de fatiga térmica (véase el punto 4.2.1.1.2.).

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

Cuadro A11/4.2.2.1.2

Procedimiento de rodaje (bruido):	Realícense 100 frenadas interrumpidas consecutivas con $v_1 = 80$ km/h y $v_2 = 10$ km/h y una temperatura inicial $\leq 100$ °C. La desaceleración de la primera frenada tendrá un valor constante de $1,5$ m/s <sup>2</sup> . 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
N.º de accionamientos de freno	100
Velocidad inicial al inicio del frenado	$\leq 100$ °C
Par de frenado correspondiente a una desaceleración de	$10,0$ m/s <sup>2</sup> con una presión $\leq 16\,000$ kPa o $p = 16\,000$ kPa ( $< 10,0$ m/s <sup>2</sup> )
Accionamientos del freno desde a	$v_{\max}$ 10 km/h

En aquellos casos en que la  $v_{\max}$  que se utilice para someter a ensayo la pieza de repuesto sea 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 M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>, N<sub>2</sub> y N<sub>3</sub>

## 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
Procedimiento de rodaje (bruido):	200 accionamientos de freno Velocidad inicial: 60 km/h Velocidad final: 5 km/h dm = 1 m/s <sup>2</sup> y 2 m/s <sup>2</sup> alternativamente Temperatura inicial: ≤ 200 °C (empezando a temperatura ambiente) Como alternativa, el rodaje puede omitirse si el solicitante de la homologación considera que no es necesario.
N.º total de accionamientos del freno	150
Temperatura inicial del tambor en cada accionamiento de freno	≤ 100 °C
Accionamientos del freno desde a	60 km/h ≤ 5 km/h
Par de frenado correspondiente a una desaceleración de	6 m/s <sup>2</sup>
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.

El ensayo se considerará válido si el par máximo requerido se alcanza en al menos un 90 % de los accionamientos del freno a condición de que se haya aplicado la presión máxima en el 10 % restante.

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.
-

## 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 punto 5.3 del presente Reglamento, según la categoría del vehículo:

Cuadro A12/1A

**Vehículos de las categorías O<sub>1</sub>, O<sub>2</sub> y O<sub>3</sub>**

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 O<sub>4</sub>**

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 punto 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 dicho disco/tambor de freno de repuesto y con dispositivos para someter a ensayo los frenos conforme a lo dispuesto en el Reglamento n.º 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.º 13 o n.º 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 con carga

Este ensayo se realizará conforme a lo dispuesto en el Reglamento n.º 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.º 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.º 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.º 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 con carga, 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 con carga
- 2.3.3. El vehículo deberá cumplir todas las disposiciones pertinentes establecidas en el Reglamento n.º 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, 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 la rueda se bloquea, o se alcanza una desaceleración media estabilizada de 3,5 m/s, 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  $\leq 100$  °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  $\pm 0,4$  m/s<sup>2</sup> 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 ( $\text{kgm}^2$ )

$r_{\text{dyn}}$  = 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 ( $r_{\text{dyn}}$ ) 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:

$$m = 0,55 m_{\text{axle}} \quad m_{\text{axle}}: \text{ masa máxima técnicamente admisible del freno}$$

#### 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.º 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.º 13 o n.º 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.º 13 o n.º 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 $100\text{ °C}$ (tambor) $v_i = 60\text{ km/h}$ $d_m = 1$ y $2\text{ m/s}^2$ alternativamente
2.	Propiedades dinámicas de fricción, v. 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 $3\text{ m/s}^2$ . 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 $100\text{ °C}$ (tambor) $v_i = 60\text{ km/h}$ , $d_m = 1$ y $2\text{ m/s}^2$ alternativamente
5.	Ensayo de freno de tipo 0, v. 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.º 4)
8.	Ensayo de freno de tipo 0, v. 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.º 4)

## 3.4. Sistema de frenado de servicio

## 3.4.1. Ensayo de freno de tipo 0 con el vehículo con carga

Con una temperatura del freno  $\leq 100\text{ °C}$  al principio de cada accionamiento y partiendo de la velocidad de rotación inicial equivalente a  $40\text{ km/h}$  antes del ensayo del tipo I o  $60\text{ km/h}$  antes del ensayo del tipo III, accióñese tres veces el freno con la misma presión de accionamiento del freno, de forma que se consiga una desaceleración media estabilizada, incluida la resistencia a la rodadura (véase el punto 3.4.1.1 del presente anexo), o un par medio de frenado basado en la distancia de frenado equivalente a la desaceleración media estabilizada, incluida la resistencia a la rodadura (véase el punto 3.4.1.1 del presente anexo), de un mínimo de  $5\text{ m/s}^2$ .

La presión de accionamiento del freno no superará  $650\text{ kPa}$ .

El rendimiento en frío será la media de los tres resultados obtenidos.

## 3.4.1.1. Resistencia a la rodadura

Se considera que la resistencia a la rodadura es igual a una desaceleración de  $0,1\text{ m/s}^2$ .

## 3.4.2. Ensayo del freno de tipo I (ensayo en pendiente descendiente)

## 3.4.2.1. Procedimiento de calentamiento

El freno se calentará, partiendo de una temperatura inicial  $\leq 100\text{ °C}$ , frotando el freno a una velocidad de rotación constante equivalente a  $40\text{ km/h}$  con un par de frenado constante correspondiente a una desaceleración, incluida la resistencia a la rodadura (véase el punto 3.4.1.1 del presente anexo), de  $0,7\text{ m/s}^2$  durante un período de 153 s.

## 3.4.2.1.4. En el caso de frenos equipados con dispositivos de ajuste automático de los frenos, tal ajuste se efectuará, antes de proceder al ensayo de tipo I, siguiendo el procedimiento establecido en el punto 3.4.3.1.2 del presente anexo.

## 3.4.2.2. Eficacia en caliente

- 3.4.2.2.1. No más tarde de 60 segundos después de finalizar el procedimiento de calentamiento, se medirá la eficacia en caliente a 40 km/h utilizando la misma presión de accionamiento del freno que en el ensayo del tipo 0 a 40 km/h.

La desaceleración media estabilizada, incluida la resistencia a la rodadura (véase el punto 3.4.1.1 del presente anexo), o un par medio de frenado basado en la distancia de frenado equivalente a la desaceleración media estabilizada, incluida la resistencia a la rodadura (véase el punto 3.4.1.1 del presente anexo), no deberá ser inferior al 60 % del valor alcanzado con el freno frío en el ensayo de tipo 0 ni inferior a 3,6 m/s<sup>2</sup>.

## 3.4.2.3. Ensayo de marcha libre

En el caso de frenos equipados con dispositivos de ajuste automático de los frenos, estos se dejarán enfriar, tras completar los ensayos descritos en el punto 3.4.2.2, a una temperatura que represente la de un freno frío (es decir,  $\leq 100$  °C) y se verificará que el freno puede girar libremente cumpliendo una de las siguientes condiciones:

- el disco o el tambor gira libremente (es decir, pueden hacerse girar con la mano);
- cuando el disco o tambor gira, sin ningún enfriamiento, a una velocidad de rotación equivalente a una velocidad constante  $v = 60$  km/h sin aplicar el freno, las temperaturas asintóticas no superan un incremento de la temperatura del tambor/disco de 80 °C.

3.4.3. Ensayo de tipo III (ensayo de pérdida de eficacia para vehículos de la categoría O<sub>4</sub>)

## 3.4.3.1. Procedimiento de calentamiento

- 3.4.3.1.1. Haga frenadas interrumpidas de conformidad con las condiciones establecidas en el cuadro. El primer accionamiento del freno deberá iniciarse a una temperatura  $\leq 100$  °C y se llevará a cabo de modo que se logre una desaceleración constante, incluida la resistencia a la rodadura (véase el punto 3.4.1.1 del presente anexo) o un par de frenado constante equivalente a la desaceleración, incluida la resistencia a la rodadura (véase el punto 3.4.1.1 del presente anexo), de 3 m/s<sup>2</sup>. El valor medio de la presión de accionamiento del freno utilizado para el primer accionamiento del mismo debe mantenerse en todos los accionamientos sucesivos del freno durante el resto del ensayo.

Categoría de vehículos	Condiciones			
	v1 [km/h]	v2 [km/h]	$\Delta t$ [s]	n
O <sub>4</sub>	60	1/2 v <sub>1</sub>	60	20

donde:

v<sub>1</sub> = velocidad inicial, al comenzar a frenar

v<sub>2</sub> = velocidad al dejar de frenar

n = N.º de accionamientos de freno

$\Delta t$  = duración de un ciclo de frenado: tiempo transcurrido entre el comienzo de un frenado y el comienzo del siguiente.

- 3.4.3.1.2. En el caso de frenos equipados con dispositivos de ajuste automático de los frenos, tal ajuste se efectuará, antes de proceder al ensayo de tipo III, siguiendo los procedimientos siguientes, según proceda:

- 3.4.3.1.2.1. Si se trata de frenos neumáticos, el ajuste de los frenos deberá hacerse de modo que pueda funcionar el dispositivo de ajuste automático. Para ello, la carrera del accionador deberá ajustarse de modo que  $s_0 \geq 1,1 \times s_{\text{re-adjust}}$  (el límite superior no deberá sobrepasar el valor recomendado por el fabricante):

donde:

$s_{\text{re-adjust}}$  es la carrera de reajuste, según la especificación del fabricante, del dispositivo de ajuste automático del freno, es decir, la carrera donde empieza a reajustar la holgura del freno con una presión del accionador de 100 kPa.

Cuando se convenga con el servicio técnico en que no resulta práctico medir la carrera del accionador, se acordará con él el ajuste inicial.

Partiendo de la situación descrita, se accionará el freno 50 veces seguidas con una presión del accionador de 200 kPa. A continuación se frenará una sola vez con una presión del accionador  $\geq 650$  kPa.

- 3.4.3.1.2.2. Con respecto a los frenos de disco hidráulicos, no se consideran necesarios requisitos de ajuste.
- 3.4.3.1.2.3. En el caso de frenos de tambor hidráulicos, el ajuste de los frenos será el que especifique el fabricante.

3.4.3.2. Eficacia en caliente

No más tarde de 60 segundos después de finalizar el procedimiento de calentamiento, se medirá la eficacia en caliente a una velocidad de rotación equivalente a 60 km/h utilizando la misma presión de accionamiento del freno que en el ensayo del tipo 0 a 60 km/h.

La desaceleración media estabilizada, incluida la resistencia a la rodadura (véase el punto 3.4.1.1 del presente anexo), o un par medio de frenado basado en la distancia de frenado equivalente a la desaceleración media estabilizada, incluida la resistencia a la rodadura (véase el punto 3.4.1.1 del presente anexo), no deberá ser inferior al 60 % del valor alcanzado con el freno frío en el ensayo de tipo 0 ni inferior a 4,0 m/s<sup>2</sup>.

3.4.3.3. Ensayo de marcha libre

Véase el punto 3.4.2.3.

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.º 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 se realizará 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  $\pm 0,4$  m/s<sup>2</sup> 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 repuesto 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.º 13 o n.º 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 O<sub>1</sub> y O<sub>2</sub>

## 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 (ensayo de 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 <sub>1</sub> /O <sub>2</sub>
Procedimiento de rodaje (bruñido):	100 accionamientos de freno Velocidad inicial: 60 km/h Velocidad final: 30 km/h dm = 1 m/s <sup>2</sup> y 2 m/s <sup>2</sup> alternativamente Temperatura inicial: ≤ 300 °C (empezando a temperatura ambiente)
Tipo de frenado	Secuencia de accionamientos del freno
Intervalo de frenado (= t <sub>total</sub> )	70 s
N.º de accionamientos del freno por ciclo	2
Par de frenado correspondiente a una desaceleración de	5,0 m/s <sup>2</sup>
N.º total de ciclos de frenado	100 o 150 (v. punto 4.1.1.1.3)
Accionamientos del freno desde a	80 km/h 20 km/h
Temperatura inicial del 1er accionamiento del freno en cada ciclo	≤ 100 °C

donde:

v<sub>max</sub> = velocidad máxima por diseño (en su espectro de uso);

t<sub>bra</sub> = duración efectiva del frenado durante el accionamiento;

t<sub>acc</sub> = tiempo mínimo de aceleración con arreglo a la capacidad de aceleración del vehículo correspondiente;

t<sub>rest</sub> = período de descanso;

t<sub>total</sub> = Intervalo de frenado (t<sub>bra</sub> + t<sub>acc</sub> + t<sub>rest</sub>)

## 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.

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»:

- 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.

#### 4.1.1.2. Vehículos de las categorías O<sub>3</sub> y O<sub>4</sub>

##### 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 <sub>dyn</sub> [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 <sup>(1)</sup>	<sup>(1)</sup>	<sup>(1)</sup>	—

<sup>(1)</sup> 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<sub>dyn</sub>).

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 ≤ 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 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 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 (bruñido):	100 accionamientos de freno Velocidad inicial: 60 km/h Velocidad final: 30 km/h $d_m = 1 \text{ m/s}^2$ y $2 \text{ m/s}^2$ alternativamente Temperatura inicial: $\leq 300 \text{ }^\circ\text{C}$ (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 $2 \text{ m/s}^2$ alternativamente Temperatura inicial: $\leq 250 \text{ }^\circ\text{C}$
2. Frenado a gran velocidad	2 accionamientos de freno de 130 a 80 km/h $d_m = 3 \text{ m/s}^2$ Temperatura inicial: $\leq 100 \text{ }^\circ\text{C}$
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: $\leq 80 \text{ }^\circ\text{C}$
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: $\leq 80 \text{ }^\circ\text{C}$
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

En el caso de piezas intercambiables, el ensayo de carga elevada se realizará con un nuevo disco de freno o con el mismo disco de freno utilizado para el ensayo alternativo en dinamómetro (véase el punto 3.3 del presente anexo).

En el caso de piezas equivalentes, el ensayo de carga elevada 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.ºs 13 o 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 O<sub>1</sub> y O<sub>2</sub>

Los nuevos forros de freno y el nuevo disco estarán instalados en el freno correspondiente y rodados (bruñidos) con arreglo al procedimiento del anexo 3, punto 2.2.2.3. En caso de que se necesiten forros nuevos para finalizar el ensayo, deberán estar rodados (bruñidos) con arreglo al mismo procedimiento.

##### 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 A12/4.1.2.1.2*

Disposiciones relativas al ensayo	Ensayo de carga elevada
Categorías de vehículos	O <sub>1</sub> /O <sub>2</sub>
Tipo de frenado	Accionamientos de freno independientes
N.º de accionamientos de freno	70
Temperatura inicial al inicio del frenado	≤ 100 °C
Par de frenado correspondiente a una desaceleración de	10,0 m/s <sup>2</sup> con una presión ≤ 16 000 kPa o p = 16 000 kPa (< 10,0 m/s <sup>2</sup> )
Accionamientos del freno desde a	80 10 km/h

##### 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 las superficies 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 O<sub>3</sub> y O<sub>4</sub>

##### 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)

Rodaje de conformidad con el cuadro A12/4.1.1.2.2.

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 aplicable a la mordaza de freno pertinente.

Temperatura inicial:  $\leq 200$  °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. El ensayo se considerará válido si el par máximo requerido se alcanza en al menos un 90 % de los accionamientos del freno a condición de que se haya aplicado la presión máxima en el 10 % restante.

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.

Cuadro A12/4.2.1.1.2

Disposiciones relativas al ensayo	Ensayo de fatiga térmica
Procedimiento de rodaje (bruñido):	200 accionamientos de freno Velocidad inicial: 60 km/h Velocidad final: 5 km/h $dm = 1 \text{ m/s}^2$ y $2 \text{ m/s}^2$ alternativamente Temperatura inicial: $\leq 200$ °C (empezando a temperatura ambiente) Como alternativa, el rodaje puede omitirse si el solicitante de la homologación considera que no es necesario.
Tipo de frenado	Secuencia de accionamientos del freno
N.º 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	$3,0 \text{ m/s}^2$
Accionamientos del freno desde a	130 80 km/h
Temperatura inicial de cada accionamiento de freno	$\leq 50$ °C
Enfriamiento conforme al punto 3.2.3:	Admitido

## 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.º 13, n.º 13-H o n.º 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<sub>1</sub> y O<sub>2</sub>

## 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 ≤ 1 200 kg

No aplicable.

## 4.2.1.1.1.2. Vehículos con una masa máxima autorizada por eje &gt; 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
N.º 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 <sup>2</sup>
Accionamientos del freno desde a	130 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 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 daño o fallo no es pero que en el caso de 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;

- 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 O<sub>3</sub> y O<sub>4</sub>

##### 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	( <sup>1</sup> )	( <sup>1</sup> )	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	( <sup>1</sup> )	( <sup>1</sup> )	( <sup>1</sup> )	( <sup>1</sup> )	( <sup>1</sup> )	( <sup>1</sup> )	—

(<sup>1</sup>) 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 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 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
N.º 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.

Disposiciones relativas al ensayo	Ensayo de fatiga térmica
Par de frenado correspondiente a una desaceleración de	3,0 m/s <sup>2</sup>
Accionamientos del freno desde a	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

En el caso de piezas intercambiables, el ensayo de carga elevada se realizará en un nuevo tambor de freno o en el mismo tambor de freno utilizado para el ensayo alternativo en dinamómetro (véase el punto 3.3 del presente anexo). En cualquiera de los dos casos, los conjuntos de forro de freno utilizados para el ensayo deberán estar homologados conforme a los Reglamentos n.ºs 13 o 90 y estar rodados con el tambor de conformidad con el procedimiento especificado en el punto 4.2.2.2.2 del presente anexo. Como alternativa, el rodaje puede omitirse si el solicitante de la homologación considera que no es necesario.

En el caso de piezas equivalentes, el ensayo de carga elevada se realizará utilizando un tambor nuevo, un 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.ºs 13 o 90 (en el mismo estado que instalados en el vehículo, por ejemplo, con la grasa de protección eliminada). El rodaje deberá efectuarse con arreglo al procedimiento especificado en el punto 4.2.2.2.2 del presente anexo. Como alternativa, el rodaje puede omitirse si el solicitante de la homologación considera que no es necesario.

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

##### 4.2.2.1. Vehículos de las categorías O<sub>1</sub> y O<sub>2</sub>

###### 4.2.2.1.1. Condiciones de ensayo (ensayo de carga elevada 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 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.

###### 4.2.2.1.2. 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 O<sub>3</sub> y O<sub>4</sub>

## 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
Procedimiento de rodaje (bruñido):	200 accionamientos de freno Velocidad inicial: 60 km/h Velocidad final: 5 km/h $dm = 1 \text{ m/s}^2$ y $2 \text{ m/s}^2$ alternativamente Temperatura inicial: $\leq 200 \text{ }^\circ\text{C}$ (empezando a temperatura ambiente) Como alternativa, el rodaje puede omitirse si el solicitante de la homologación considera que no es necesario.
Tipo de frenado	Frenado hasta menos de 5 km/h
N.º total de accionamientos del freno	150
Temperatura inicial del tambor en cada accionamiento de freno	$\leq 100 \text{ }^\circ\text{C}$
Accionamientos del freno desde a	60 km/h 0 km/h
Par de frenado correspondiente a una desaceleración de	$6 \text{ m/s}^2$
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.

El ensayo se considerará válido si el par máximo requerido se alcanza en al menos un 90 % de los accionamientos del freno a condición de que se haya aplicado la presión máxima en el 10 % restante.

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.

## ANEXO 13

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

Informe de ensayo n.º ... relativo a la homologación de un disco/tambor de freno de repuesto conforme al Reglamento n.º 90

1. Descripción técnica general del disco/tambor de freno de repuesto <sup>(1)</sup>
  - 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 <sup>(1)</sup>
  - 1.5. Tipo de disco/tambor <sup>(1)</sup>: .....
  - 1.6. Marcado:

	Identificación	Ubicación del marcado	Método de marcado
Nombre del fabricante o denominación comercial:			
Número de homologación	E2-90R02 Cxxxx/yyyy		
	xxxx => n.º de tipo yyyy => n.º de variante		
Número de pieza			
Indicación relativa a la trazabilidad			
Grosor mínimo (disco)/Diámetro interior máximo (tambor) <sup>(1)</sup>			

- 1.7. Material
  - 1.7.1. Grupo de materiales: .....
  - 1.7.2. Subgrupo de materiales <sup>(2)</sup>: .....
- 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 <sup>(2)</sup>					
Marca	Tipo de vehículo	Denominación comercial	Peso bruto máximo	Velocidad máxima	Año de fabricación

<sup>(1)</sup> Táchese lo que no proceda.

<sup>(2)</sup> En su caso.

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

Freno				
Posición		Mordaza <sup>(2)</sup>	Dimensiones	Tipo de construcción
Delante	Detrás			

- 1.9. Información adicional <sup>(2)</sup>
2. Grupos de ensayo
- 2.1. Dimensiones por grupo de ensayo
- 2.1.1. Diámetro exterior (disco)/diámetro interior (tambor) <sup>(1)</sup>: .....
- 2.1.2. Grosor (disco)/anchura de la zapata (tambor) <sup>(1)</sup>: .....
- 2.2. Relación de energía cinética más elevada por grupo de ensayo conforme al punto 5.3.6 del Reglamento n.º 90
- $$\text{Max} \left( \frac{E_i}{m_{\text{replacement part, i}}} \right) =$$
- 2.3. Material del disco/tambor <sup>(1)</sup> 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.º de homologación de tipo del vehículo: .....
- 3.1.1.7. Potencia del motor del vehículo: .....
- 3.1.1.8. Velocidad:
- Velocidad máxima del vehículo  $v_{\text{max}}$ : .....
- 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 de freno objeto de ensayo <sup>(1)</sup>:
- 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 <sup>(1)</sup>: .....
- Radio efectivo  $r_e$ : .....
- Anchura de la superficie de fricción: .....
- Grosor del disco (nominal)/anchura exterior del tambor <sup>(1)</sup>: .....
- 3.1.1.12.2. Mordaza de freno/mecanismo de freno de tambor <sup>(1)</sup>
- Fabricante: .....
- Tipo: .....
- Variante: .....
- Número de pieza: .....
- Método de construcción: .....
- Diámetro del cilindro receptor/pistón <sup>(2)</sup>: .....
- Par máximo admisible técnicamente  $C_{max,e}$  en la palanca de freno (neumático)/presión máxima admisible técnicamente en el conducto ( $p_{max,e}$ ) (hidráulico) <sup>(1)</sup>: .....
- Par umbral  $C_{0,e}$  (neumático)/presión umbral en el conducto (hidráulico) <sup>(1)</sup>: .....
- Relación  $l_e/e_e$  (neumático)/diámetro del pistón (hidráulico) <sup>(1)</sup>:/ .....
- Par máximo de frenado: .....
- 3.1.1.12.3. Cojinete para freno/Forro de freno <sup>(1)</sup>
- Fabricante: .....
- Marca: .....
- Tipo: .....
- Número de homologación <sup>(2)</sup>: .....
- 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  $R_{\text{iner}}$  para calcular la inercia:  
con respecto al punto 3.2.1 del anexo 11/12 .....
- Radio de rodadura dinámico  $R_{\text{veh}}$  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  $I_{\text{Adj}}$ : .....
- 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 <sup>(1)</sup> .....
- 3.2.1.4.2. Velocidad del aire destinado al enfriamiento en los demás casos: .....
- 3.2.1.5. Velocidad
- Velocidad máxima ( $v_{\text{max}}$ ):
- 3.2.1.6. Dispositivo de accionamiento
- Fabricante: .....
- Marca: .....
- Tipo: .....
- Variante: .....
- Área efectiva (hidráulico)/fórmula  $Th_A$  (neumático) <sup>(1)</sup>: .....
- 3.2.1.7. Freno
- 3.2.1.7.1. Muestra de disco/tambor de freno objeto de ensayo <sup>(1)</sup>
- 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 <sup>(1)</sup>: .....
- Radio efectivo  $r_e$ : .....
- Anchura de la superficie de fricción: .....
- Grosor del disco (nominal)/anchura exterior del tambor <sup>(1)</sup>: .....
- 3.2.1.7.2. Mordaza de freno/mecanismo de freno de tambor <sup>(1)</sup>
- Fabricante: .....
- Tipo: .....
- Variante: .....
- Método de construcción: .....
- Par máximo admisible técnicamente  $C_{\text{max,e}}$  en la palanca de freno (neumático)/presión máxima admisible técnicamente en el conducto ( $p_{\text{max,e}}$ ) (hidráulico) <sup>(1)</sup>: .....
- Par umbral  $C_{0,e}$  (neumático)/presión umbral en el conducto (hidráulico) <sup>(1)</sup>: .....

Relación  $l_c/e_c$  (neumático)/diámetro del pistón (hidráulico) <sup>(1)</sup> ..... / .....

Par máximo de frenado: .....

Número de identificación: .....

3.2.1.7.3. Cojinete para freno/Forro de freno <sup>(1)</sup>

Fabricante: .....

Marca: .....

Tipo: .....

Número de homologación <sup>(2)</sup>: .....

Identificación: .....

Anchura  $b_c$ : .....

Grosor  $d_c$ : .....

Superficie efectiva: .....

Método de fijación: .....

3.2.2. Datos del banco de ensayo: .....

3.2.2.1. Situación:

4. Registro de los resultados de los ensayos

4.1. Comprobación geométrica: .....

N.º 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 <sup>(1)</sup>:

4.5.1. Eficacia de los frenos

4.5.1.1. Eficacia del freno de servicio en el caso de las categorías  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$ ,  $N_1$  y  $N_2$  con sistemas de frenado hidráulicos <sup>(2)</sup>

4.5.1.1.1. Resultado de los ensayos en vehículo:

Tipo de ensayo:		0 desembra- gado	0 embragado		I	Freno de estaciona- miento <sup>(2)</sup>
Anexo 11, punto:		2.2.1.	2.2.2.		2.2.3.	2.3.
Condición de carga:		Con carga;	Sin carga;	Con carga;	Con carga;	Con carga;
Velocidad de ensayo						
Inicial:	km/h					
Final:	km/h	0	0			
Presión:	kPa					
Desaceleración:	m/s <sup>(2)</sup>					
N.º de accionamientos	—	—	—			
Duración de un ciclo de frenado:	s	—	—			

Ensayo de giro libre: sí/no <sup>(1)</sup>

## 4.5.1.1.2. Resultados del ensayo en dinamómetro de inercia:

Tipo de ensayo:		0 desembragado	0 simulación em- bragado	I simulación
Anexo 11, punto:		3.4.1.	3.4.4.	3.4.2.
Condición de carga				
Velocidad de ensayo				
Inicial:	km/h			
Final:	km/h	0	0	
Presión:	kPa			
Desaceleración:	m/s <sup>2</sup>			
N.º de accionamientos	—	—		
Duración de un ciclo de frenado:	s	—		

Ensayo de giro libre: sí/no (¹)

4.5.1.2. Eficacia del freno de servicio en el caso de las categorías M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>, N<sub>2</sub> y N<sub>3</sub> con sistemas de frenado neumáticos (²)

## 4.5.1.2.1. Resultado de los ensayos en vehículo:

Tipo de ensayo:		0 desembra- gado	0 embragado		I	Freno de estaciona- miento (²)
Anexo 11, punto:		2.2.1.	2.2.3.		2.2.4.	2.3.
Condición de carga:		Con carga;	Sin carga;	Con carga;	Con carga;	Con carga;
Velocidad de ensayo						
Inicial:	km/h					
Final:	km/h	0	0	0		
Presión en la cámara de freno p <sub>e</sub> :	kPa					
Desaceleración:	m/s <sup>2</sup>					
N.º de accionamientos	—					
Duración de un ciclo de frenado:	s					
Fuerza de frenado 0,5 T <sub>e</sub> :	daN					
Coefficiente de frenado 0,5 · T <sub>e</sub> /9,81 · m (m = masa de ensayo).	—					
Carrera en la cámara de freno s <sub>e</sub> :	Mm					

Tipo de ensayo:		0 desembragado	0 embragado	I	Freno de estacionamiento (²)
Par umbral en la palanca de freno					
$C_e$ :	Nm				
$C_{0,e}$ :	Nm				

Ensayo de giro libre: sí/no (¹)

#### 4.5.1.2.2. Resultados del ensayo en dinamómetro de inercia:

Tipo de ensayo:		0	I	II
Anexo 11, punto:		3.4.1.	3.4.2.	3.4.3.
Velocidad de ensayo				
Inicial:	km/h			
Final:	km/h			
Presión en la cámara de freno $p_e$ :	kPa			
Desaceleración:	m/s²			
N.º de accionamientos	—			
Duración de un ciclo de frenado:	s			
Fuerza de frenado $0,5 T_e$ :	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			

Ensayo de giro libre: sí/no (¹)

#### 4.5.1.3. Eficacia del freno de servicio en el caso de las categorías O<sub>1</sub>, O<sub>2</sub> y O<sub>3</sub> con sistemas de frenado neumático

##### 4.5.1.3.1. Resultado de los ensayos en vehículo:

Tipo de ensayo:		0	I	Freno de estacionamiento (²)
Anexo 12, punto:		2.2.1.	2.2.2.	2.3.
Condición de carga:		Con carga;	Con carga;	Con carga;
Velocidad de ensayo				
Inicial:	km/h			
Final:	km/h			

Tipo de ensayo:		0	I	Freno de estacionamiento <sup>(2)</sup>
Presión en la cámara de freno $p_e$ :	kPa			
Desaceleración:	m/s <sup>2</sup>			
N.º de accionamientos	—			
Duración de un ciclo de frenado:	s			
Fuerza de frenado $0,5 T_e$ :	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			

Ensayo de giro libre: sí/no <sup>(1)</sup>

#### 4.5.1.3.2. Resultados del ensayo en dinamómetro de inercia:

Tipo de ensayo:		0	I
Anexo 12, punto:		3.4.1.	3.4.2.
Velocidad de ensayo			
Inicial:	km/h		
Final:	km/h		
Presión en la cámara de freno $p_e$ :	kPa		
Desaceleración:	m/s <sup>2</sup>		
N.º de accionamientos	—		
Duración de un ciclo de frenado:	s		
Fuerza de frenado $0,5 T_e$ :	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		

Ensayo de giro libre: sí/no <sup>(1)</sup>

4.5.1.4. Eficacia del freno de servicio en el caso de la categoría O<sub>4</sub> (2)

Tipo de ensayo:		0	III	
N.º 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 <sub>e</sub> :	kPa			
N.º de accionamientos	—			
Duración de un ciclo de frenado:	s			
Fuerza de frenado 0,5 · T <sub>e</sub> :	daN			
Coefficiente de frenado 0,5 · T <sub>e</sub> /9,81 · m (m = masa de ensayo)	—			
Carrera en la cámara de freno s <sub>e</sub> :	mm			
Par umbral en la palanca de freno				
C <sub>e</sub> :	Nm			
C <sub>0,e</sub> :	Nm			

Ensayo de giro libre: sí/no (1)

## 4.5.1.5. Propiedades dinámicas de fricción

Diagrama: desaceleración en relación con la presión

## 4.6. Ensayos de integridad:

## 4.6.1. Ensayo de fatiga térmica:

Muestra n.º	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 n.º	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 4.1.2.1.3/4.1.2.2.3/4.2.2.1.3/4.2.2.2.3. (1)
-------------	---

## 5. Documentación relativa al ensayo

## 6. Apéndices

Apéndice .....

7. Fecha(s) del ensayo: .....

7.1. Fecha(s) del ensayo en vehículo (²): .....

7.2. Fecha(s) del ensayo en dinamómetro de inercia (²): .....

8. Este ensayo se ha llevado a cabo y sus resultados se han consignado de conformidad con el Reglamento n.º 90 en su versión modificada en último lugar por la serie 03 de enmiendas.

El servicio técnico que ha efectuado el ensayo

Firma: ..... Fecha: .....

\_\_\_\_\_

## ANEXO 14

REQUISITOS APLICABLES A LOS DISCOS DE FRENO DE REPUESTO CORRESPONDIENTES A LOS VEHÍCULOS DE LAS CATEGORÍAS L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub> Y L<sub>5</sub>

## 1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS ENSAYOS

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

Cuadro A14/1

	Ensayo en un banco estático	Ensayo en vehículo	Ensayo alternativo en dinamómetro
Ensayo de resistencia a un par estático	2.	—	—
Ensayos de eficacia conforme al Reglamento n.º 78	—	3.2.3. Ensayo de frenada en seco	4.4.1. Ensayo de frenada en seco
		3.2.4. Ensayo con frenos mojados	—
		3.2.5. Ensayo de pérdida de eficacia por el calor	4.4.2. Ensayo de pérdida de eficacia por el calor
Ensayo de comparación con la pieza de origen	—	3.2.6. Ensayo de las propiedades dinámicas de rozamiento	4.4.3. Ensayo de las propiedades dinámicas de rozamiento
Ensayo de integridad	—	Sin ensayo en vehículo: efectúese ensayo en dinamómetro	5.1. Ensayo de fatiga térmica del disco de freno

Se someterá a los ensayos «de frenada en seco», «con frenos mojados» y «de pérdida de eficacia por el calor», al menos, un grupo de ensayo (véase la definición en el apartado 5.3.6 del presente Reglamento) por cada tipo de disco.

## 2. REQUISITOS RELATIVOS AL ENSAYO EN UN BANCO ESTÁTICO

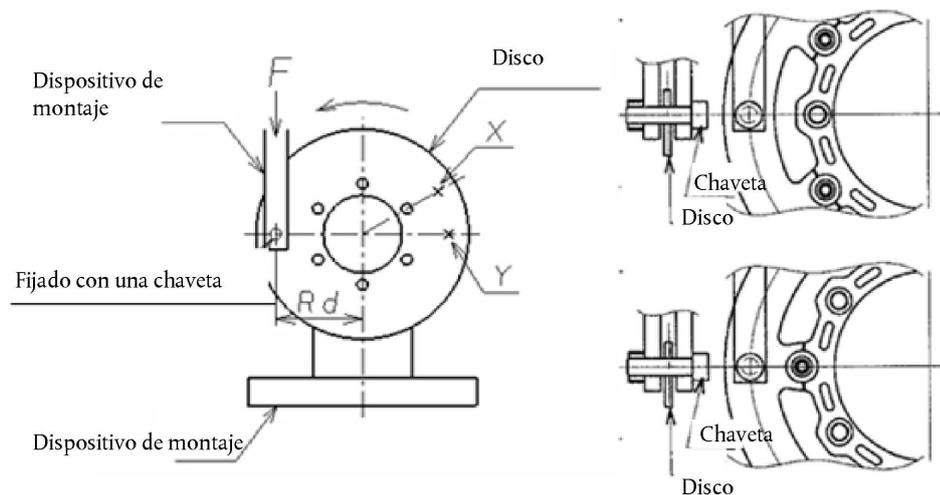
## 2.1. Objetivo

Comprobar la resistencia de la campana y, en el caso de los discos flotantes, del sistema de conexión al anillo de frenado cuando el disco se somete a un par de frenado.

## 2.2. Procedimiento y condiciones de ensayo

En la figura 1 se muestra un ensayo estático realizado en un banco de ensayo especial.

Figura 1



- 2.2.1. Practíquese un orificio en la superficie de frenado del disco a una distancia del centro igual al radio efectivo  $R_d$ .
- 2.2.2. Colóquese el disco en el banco de pruebas y fíjeselo utilizando tornillos específicos.
- 2.2.3. Únase el brazo del banco con el agujero perforado en el disco de freno.
- 2.2.4. Aplíquese la fuerza  $F$ , especificada en el cuadro A14/2.2.5, como se muestra en la figura 1.
- 2.2.5. Régistrense las curvas y las fuerzas como se muestra en la figura 2.

Cuadro A14/2.2.5

Diámetro del disco [mm]	Grosor del disco [mm]	Fuerza tangencial $F$ [kN] min
$\geq 150 < 200$	$\leq 4$	$\geq 8$
	$> 4$	$\geq 10$
$\geq 200 < 250$	$\leq 3$	$\geq 8$
	$> 3 \leq 4$	$\geq 10$
	$> 4$	$\geq 12$
$\geq 250 < 300$	$\leq 3$	$\geq 8$
	$> 3 \leq 4$	$\geq 10$
	$> 4$	$\geq 12$
$\geq 300 < 350$	$\leq 4$	$\geq 8$
	$> 4 \leq 5$	$\geq 11$
	$> 5$	$\geq 14$

2.2.6. *Nota:* El ensayo deberá efectuarse en dos posiciones:

2.2.6.1. Disco compuesto de elementos fijados entre sí y disco flotante

Con un agujero en la superficie de frenado que coincida con un anillo (casquillo) de conexión.

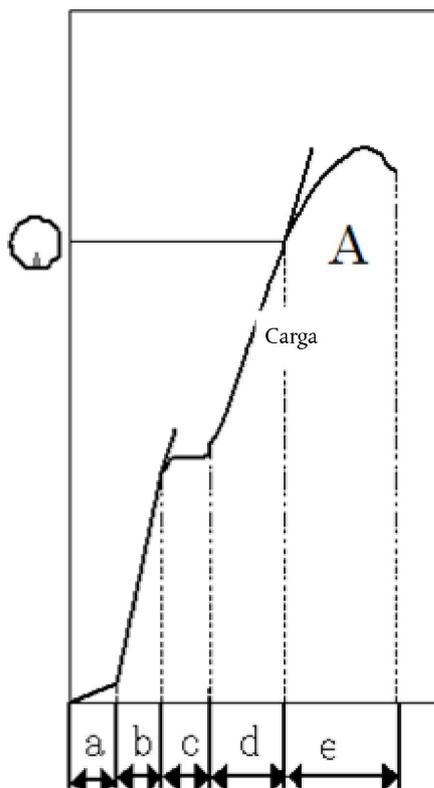
Con un agujero en la superficie de frenado que coincida con el eje entre dos casquillos de conexión.

2.2.6.2. Disco monobloque

Con un agujero en la superficie de frenado que coincida con un agujero de fijación.

Con un agujero en la superficie de frenado que coincida con el eje entre dos agujeros de fijación.

Figura 2  
Movimiento



donde:

- Recorrido de ajuste del material (recuperación de cualquier espacio libre entre el agujero de la superficie de frenado y la chaveta de conexión con brazo del banco);
- Carga desarrollada por los tornillos de fijación con el material;
- Movimiento del disco de freno causado por su rotación con deslizamiento sobre la placa de la máquina, cuando los tornillos de fijación del disco se apoyan en los agujeros de fijación del disco;
- Carga soportada por el disco de freno;
- Deformación permanente del disco de freno (a partir del punto A).

### 2.3. Resultados de los ensayos

El disco no deberá sufrir deformaciones permanentes antes de alcanzar la fuerza  $F$  indicada en el cuadro A14/2.2.5; la medición de la fuerza de deformación deberá realizarse en el punto A, según se indica en la figura 2.

## 3. VERIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS DE ENSAYO DEL VEHÍCULO

### 3.1. Vehículo de ensayo

Los vehículos que sean representativos del grupo de ensayo seleccionado (véase la definición en el punto 5.3.6 del presente Reglamento) para el que se solicita la homologación o un informe de ensayo de un disco de freno de repuesto estarán equipados con dicho disco de freno de repuesto y con dispositivos para someter a ensayo los frenos conforme a lo dispuesto en el Reglamento n.º 78.

El disco de freno de repuesto será instalado en la rueda en cuestión, junto con un forro de freno que le acompañe que haya recibido la homologación de tipo conforme a los Reglamentos n.ºs 78 o 90, suministrado por el fabricante 2.6. del vehículo.

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 de freno de origen como para los de repuesto.

- 3.2. Sistema de frenado de servicio
- 3.2.1. Medición de la temperatura del freno  
Este procedimiento se realizará conforme a lo dispuesto en el Reglamento n.º 78, anexo 3, punto 2.4.
- 3.2.2. Procedimiento de bruñido (rodaje o asentamiento)  
Este procedimiento se realizará conforme a lo dispuesto en el Reglamento n.º 78, anexo 3, punto 2.5.
- 3.2.3. Ensayo de frenada en seco  
Este ensayo se realizará conforme a lo dispuesto en el Reglamento n.º 78, anexo 3, punto 3.
- 3.2.4. Ensayo con frenos mojados  
Este ensayo se realizará conforme a lo dispuesto en el Reglamento n.º 78, anexo 3, punto 6.
- 3.2.5. Ensayo de pérdida de eficacia por el calor  
Este ensayo es aplicable a las categorías de vehículos L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub> y L<sub>5</sub>.  
Este ensayo se realizará conforme a lo dispuesto en el Reglamento n.º 78, anexo 3, punto 7.
- 3.2.6. Ensayo de las propiedades dinámicas de rozamiento (ensayo de comparación efectuado en la rueda 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 el freno delantero del freno trasero, de forma que siempre puedan ser accionados independientemente el uno del otro.  
Si se exige la homologación o un informe de ensayo de un repuesto en relación con un disco de freno de repuesto para el freno delantero, 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 de freno de repuesto para el freno trasero, el freno delantero permanecerá inoperativo a lo largo del ensayo.
- 3.2.6.1. Ensayo de comparación de la eficacia cuando los frenos están fríos  
Con los frenos fríos, la eficacia del disco de freno de repuesto se comparará con el equivalente de origen comparando los resultados del ensayo que se describe a continuación.
- 3.2.6.2. Utilizando el disco 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<sup>2</sup> 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 del disco de freno delantero o trasero será la establecida en el cuadro siguiente:

Cuadro A14/3.2.6.2

Categoría de vehículo	Velocidad de ensayo en km/h	
	Rueda delantera	Rueda trasera
L <sub>1</sub> , L <sub>2</sub> ,	30	30
L <sub>3</sub> , L <sub>4</sub> , L <sub>5</sub> ,	70	45

Antes de cada accionamiento del freno, la temperatura inicial del disco de freno será  $\leq 80$  °C.

- 3.2.6.3. El ensayo de frenos descrito en el punto 3.2.6.2 también habrá de realizarse utilizando el disco de freno de origen.
- 3.2.6.4. Las propiedades dinámicas de rozamiento del disco de freno de repuesto serán consideradas similares a las del disco 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  $\pm 15$  % o  $\pm 0,4$  m/s<sup>2</sup> de las del disco de freno de origen (véase un ejemplo de la curva en las figuras 3 y 4).

Figura 3

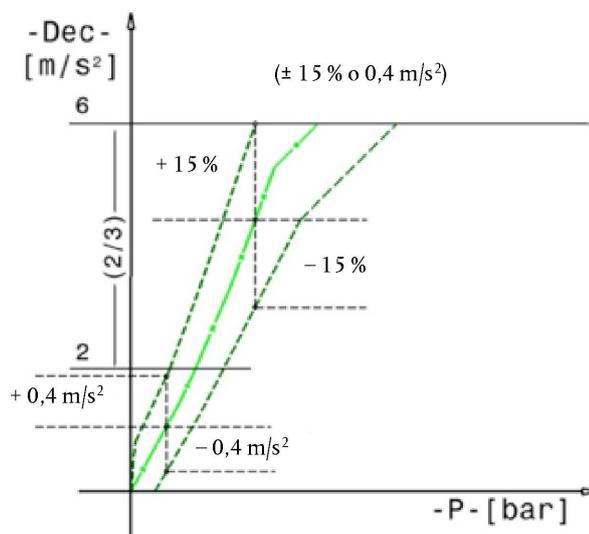
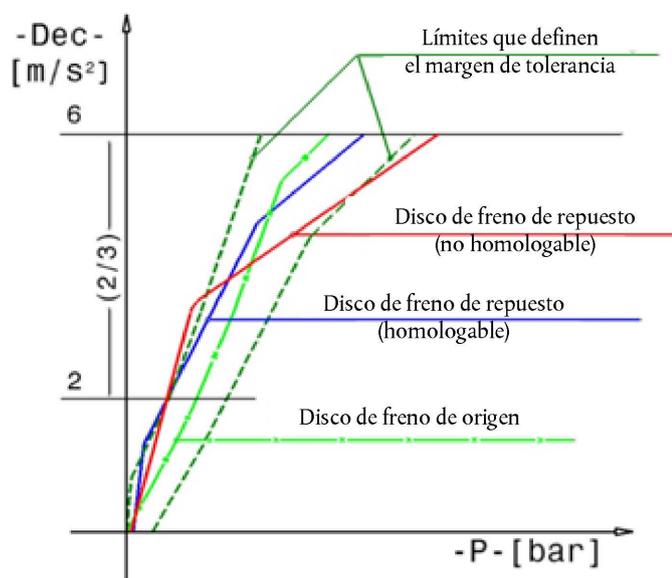


Figura 4



#### 4. ENSAYO EN DINAMÓMETRO DE INERCIA

##### 4.1. Equipamiento del dinamómetro

Para los ensayos, el dinamómetro estará equipado con la mordaza de freno de origen. 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 de freno.

##### 4.2. Condiciones de ensayo

##### 4.2.1. 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<sup>2</sup>)

$r_{\text{dyn}}$  = 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.

## 4.2.1.1. 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.

## 4.2.1.2. Masa de ensayo

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

a) al someter a ensayo el disco de freno de una rueda delantera:

$$m = x \cdot m_{veh} \quad m_{veh} = \text{masa máx. autorizada del vehículo}$$

b) al someter a ensayo el disco de freno de una rueda trasera:

$$m = y \cdot m_{veh} \quad m_{veh} = \text{masa máx. autorizada del vehículo}$$

Cuadro A14/4.2.1.2

Categoría de vehículo	Porcentaje de la masa m a tener en cuenta		
	Valor X (rueda delantera con 1 disco)	Valor X (rueda delantera con 2 discos)	Valor Y (eje trasero)
L <sub>1</sub> , L <sub>2</sub> , L <sub>3</sub> , L <sub>4</sub> , L <sub>5</sub>	75	37,5	50

4.2.2. La velocidad inicial de rotación del dinamómetro se corresponderá con la velocidad lineal del vehículo a 80 km/h (L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub>, L<sub>5</sub>) o 40 km/h (L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>) y se basará en la media de los radios de rodadura dinámicos del neumático más grande y más pequeño autorizados.

## 4.2.3. Enfriamiento

El enfriamiento podrá llevarse a cabo con arreglo a los requisitos de ensayo especificados en los cuadros A14 que figuran más adelante.

## 4.2.4. Preparación del freno

## 4.2.4.1. 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.ºs 78 o 90 (en el mismo estado que instalados en el vehículo).

## 4.3. Ensayo de eficacia alternativo en dinamómetro

## 4.3.1. Bruñido

Según cuadro A14/5.1.3.1.1.

## 4.4. Sistema de frenado de servicio

## 4.4.1. Ensayo de frenada en seco

Este ensayo se realizará conforme a lo dispuesto en el Reglamento n.º 78, anexo 3, punto 3.

## 4.4.2. Ensayo de pérdida de eficacia por el calor

Este ensayo es aplicable a las categorías de vehículos L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub> y L<sub>5</sub>.

Este ensayo se realizará conforme a lo dispuesto en el Reglamento n.º 78, anexo 3, punto 7.

## 4.4.3. Ensayo de las propiedades dinámicas de rozamiento

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

- 4.4.3.1. Utilizando el disco de freno de repuesto, acci3nase 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 desaceleraci3n media estabilizada de 6 m/s<sup>2</sup>. La fuerza m3xima sobre el mando o la presi3n m3xima sobre el conducto no superar3n la permitida para esta categor3a de veh3culo, en cuyo contexto la velocidad inicial para el ensayo del disco de freno de la rueda trasera o delantera se indica en el cuadro que figura a continuaci3n:

Cuadro A14/4.4.3.1

Categor3a de veh3culo	Velocidad de ensayo en km/h	
	Rueda delantera	Rueda trasera
L <sub>1</sub> L <sub>2</sub>	30	30
L <sub>3</sub> L <sub>4</sub> L <sub>5</sub>	70	45

Antes de cada accionamiento del freno, la temperatura inicial del disco de freno ser3  $\leq 80$  °C.

- 4.4.3.2. El ensayo de frenos descrito en el punto 4.4.3.1 tambi3n se realizar3 utilizando el disco de freno de origen.
- 4.4.3.3. Las propiedades din3micas de rozamiento del disco de freno de repuesto ser3n consideradas similares a las del disco de freno de origen si los valores alcanzados en relaci3n con la desaceleraci3n media estabilizada bajo las mismas presiones de funcionamiento o fuerzas sobre el mando en el 3rea de los 2/3 superiores de la curva generada no se desv3an  $\pm 15$  % o  $\pm 0,4$  m/s<sup>2</sup> de las del disco de freno de origen (v3ase un ejemplo de la curva en las figuras 3 y 4 del anexo 14).

## 5. ENSAYO DE INTEGRIDAD MEDIANTE UN DINAM3METRO DE INERCIA

Los ensayos se realizar3n con arreglo al punto 5.1 (discos).

Se requiere un 3nico ensayo por grupo de ensayo, excepto cuando la pieza de repuesto no logre el n3mero exigido de ciclos antes del fallo o de sufrir da3os (v3anse los puntos 5.1.1.1.3 o 5.1.1.2.3 del presente anexo).

El freno debe instalarse en el dinam3metro con arreglo a su posici3n de instalaci3n en el veh3culo (el freno montado r3gidamente o el instalado mediante un eje de mangueta est3n exentos).

La temperatura del disco de freno se medir3 lo m3s cerca posible de la superficie de fricci3n. La medici3n de la temperatura se registrar3 y se utilizar3 el mismo m3todo y el mismo punto de medici3n 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 deber3 limitarse a  $v_{\text{air}} = 0,33 v$

donde:

$v$  = velocidad de ensayo del veh3culo al inicio del frenado.

En otros casos, el enfriamiento mediante aire no est3 restringido.

El aire destinado al enfriamiento estar3 a la temperatura ambiente.

### 5.1. Ensayo de fatiga t3rmica del disco de freno

El ensayo se realizar3 utilizando un disco nuevo, una mordaza de freno de origen de los veh3culos correspondientes y conjuntos de forro de freno nuevos de los veh3culos correspondientes que hayan recibido la homologaci3n de tipo conforme a los Reglamentos n.ºs 78 o 90 (en el mismo estado que instalados en el veh3culo).

Durante el ensayo, en caso necesario se podr3n sustituir los forros de freno desgastados.

#### 5.1.1. Este ensayo es aplicable a las categor3as de veh3culos L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub> y L<sub>5</sub>.

## 5.1.2. Condiciones de ensayo

La masa de inercia del dinamómetro de inercia se determinará conforme a los puntos 4.2.1, 4.2.1.1 y 4.2.1.2 del anexo 14.

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.

## 5.1.3. Disco delantero

## 5.1.3.1. Programa de ensayo

## 5.1.3.1.1. Bruñido

Según cuadro A14/5.1.3.1.1.

Cuadro A14/5.1.3.1.1

Bruñido							
Etapa	Peso bruto del vehículo [kg]	Velocidad inicial [km/h]	Velocidad final [km/h]	Desaceleración [m/s <sup>2</sup> ]	Temperatura inicial antes del frenado [°C] MAX	Cantidad de frenadas	Velocidad máxima del flujo de aire permitido durante el accionamiento del freno [m/s]
1	75 %/cant. discos	80	30	4	100	60	30

## 5.1.3.1.2. Ensayo de fatiga

Según el cuadro A14/5.1.3.1.2.

Cuadro A14/5.1.3.1.2

Ensayo de fatiga térmica								
Etapa	Peso bruto del vehículo [kg]	Velocidad inicial [km/h]	Velocidad final [km/h]	Desaceleración [m/s <sup>2</sup> ]	Temperatura inicial antes de las frenadas [°C] +/- 10 °C	Tiempo entre 2 frenadas consecutivas [s]	Cantidad de frenadas	Velocidad máxima del flujo de aire permitido durante el accionamiento del freno [m/s]
1 térmica	75 %/cant. discos	50 % Vmax	5	7	100 (a)	30	5	20
2 funcional	75 %/cant. discos	80 % Vmax	5	8	200	—	1	30
3 mecánica	100 %/cant. discos	60 % Vmax	5	10	200	—	2	30

Pasos 1 a 3 = 1 ciclo; repítanse por un total de 20 ciclos (= 160 frenadas)

a) Temperatura inicial de la primera frenada solamente

b) En caso de desgaste prematuro del material de fricción de los cojinetes, se permite utilizar otro juego de cojinetes; en este caso, antes de finalizar el ensayo, los nuevos cojinetes deben ser bruñidos de acuerdo con el punto 5.1.3.1.1, utilizando siempre el disco de freno objeto de ensayo.

## 5.1.4. Disco trasero

## 5.1.4.1. Programa de ensayo

## 5.1.4.1.1. Bruñido

Según cuadro A14/5.1.4.1.1.

Cuadro A14/5.1.4.1.1

Bruñido							
Etapa	Peso bruto del vehículo [kg]	Velocidad inicial [km/h]	Velocidad final [km/h]	Desaceleración [m/s <sup>2</sup> ]	Temperatura inicial antes de las frenadas [°C] MAX	Cantidad de frenadas	Velocidad máxima del flujo de aire permitido durante el accionamiento del freno [m/s]
1	50 %	60	30	2	100	60	30

## 5.1.4.1.2. Ensayo de pérdida de eficacia

Según cuadro A14/5.1.4.1.2.

Cuadro A14/5.1.4.1.2

Ensayo de pérdida de eficacia								
Etapa	Peso bruto del vehículo [kg]	Velocidad inicial [km/h]	Velocidad final [km/h]	Desaceleración [m/s <sup>2</sup> ]	Temperatura inicial antes de la primera frenada [°C] MAX	Tiempo entre 2 frenadas consecutivas [s]	Cantidad de frenadas	Velocidad máxima del flujo de aire permitido durante el accionamiento del freno [m/s]
1	50 %	40 % V <sub>max</sub>	20 % V <sub>max</sub>	2	100	30	15	10

## 5.1.4.1.3. Ensayo de fatiga

Según cuadro A14/5.1.4.1.3.

Cuadro A14/5.1.4.1.3

Ensayo de fatiga térmica								
Etapa	Peso bruto del vehículo [kg]	Velocidad inicial [km/h]	Velocidad final [km/h]	Desaceleración [m/s <sup>2</sup> ]	Temperatura inicial antes del frenado [°C] +/- 10 °C	Tiempo entre 2 frenadas consecutivas [s]	Cantidad de frenadas	Velocidad máxima del flujo de aire permitido durante el accionamiento del freno [m/s]
1 térmica	50 %	40 % V <sub>max</sub>	20 % V <sub>max</sub>	3	100 <sup>(a)</sup>	30	5	20
2 funcional	50 %	50 % V <sub>max</sub> <sup>(b)</sup>	5	4	200	—	1	30
		60 % V <sub>max</sub> <sup>(c)</sup>						
		75 % V <sub>max</sub> <sup>(d)</sup>						

Ensayo de fatiga térmica								
Etapa	Peso bruto del vehículo [kg]	Velocidad inicial [km/h]	Velocidad final [km/h]	Desaceleración [m/s <sup>2</sup> ]	Temperatura inicial antes del frenado [°C] +/- 10 °C	Tiempo entre 2 frenadas consecutivas [s]	Cantidad de frenadas	Velocidad máxima del flujo de aire permitido durante el accionamiento del freno [m/s]
3 mecánica	90 %	40 % Vmax <sup>(b)</sup>	5	5	200	—	2	30
		48 % Vmax <sup>(c)</sup>						
		60 % Vmax <sup>(d)</sup>						

Pasos 1 a 3 = 1 ciclo; repítanse por un total de 20 ciclos (= 160 frenadas)

<sup>(a)</sup> Temperatura inicial de la primera frenada solamente

<sup>(b)</sup> Diámetro del disco ≤ 245 mm

<sup>(c)</sup> Diámetro del disco > 245 < 280 mm

<sup>(d)</sup> Diámetro del disco ≥ 280 mm

<sup>(e)</sup> En caso de desgaste prematuro del material de fricción de los cojinetes, se permite utilizar otro juego de cojinetes; en este caso, antes de finalizar el ensayo, los nuevos cojinetes deben ser bruñidos de acuerdo con los puntos 5.1.4.1.1. – 5.1.4.1.2, utilizando siempre el disco de freno objeto de ensayo.

#### 5.1.5. Resultado del ensayo (ensayo de fatiga térmica del disco de freno)

Se considerará superado el ensayo si se han superado sin daño o fallo los ciclos prescritos en:

- los cuadros A14/5.1.3.1.1 — 5.1.3.1.2, en el caso de discos delanteros;
- los cuadros A14/5.1.4.1.1 – 5.1.4.1.2-5.1.4.1.3, en el caso de los discos traseros.

Si se han completado sin daño ni fallo menos de 20 ciclos pero más de 15 ciclos, con arreglo al ensayo de fatiga termomecánica de los cuadros A14/5.1.3.1.2 y A14/5.1.4.1.3, se repetirá el ensayo con una nueva pieza de repuesto.

En estas circunstancias, los dos ensayos deberán completar más de 15 ciclos sin daño o fallo para que la pieza supere el ensayo.

Si se han completado menos de 15 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 a la cantidad de ciclos de la pieza de origen – 10 %, se considerará que se ha superado el ensayo.

En este contexto, se entiende por «daño o fallo»:

##### 5.1.5.1. Durante el ensayo:

la temperatura supera los 600 °C.

##### 5.1.5.2. Después del ensayo:

- se produce contacto entre la mordaza y el disco;
- hay grietas, deformación permanente o roturas;
- se ha producido un desgaste anormal;
- Se permite un aumento máximo de la desviación de 0,150 mm con respecto al valor inicial medido antes del ensayo;
- Se permite una desviación máxima de 0,250 mm;
- Se permite un aumento máximo de la rectitud de 0,100 mm (en el caso de los discos «completamente flotantes») con respecto al valor inicial medido antes del ensayo.

## ANEXO 15

CRITERIOS RELATIVOS A LOS GRUPOS DE DISCOS PARA LOS VEHÍCULOS DE LAS CATEGORÍAS L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub> Y L<sub>5</sub>

## 1. DEFINICIÓN DE ANCHURA DE LA SUPERFICIE DE FRENADO DEL DISCO

Se entiende por «superficie de frenado» la superficie de un disco de freno en la que actúan los cojinetes del freno. La anchura de la superficie de frenado se calcula entre el diámetro exterior del disco y un diámetro interior que se define como sigue:

- 1.1. En el caso de una superficie de frenado con elementos para aligerar el disco (orificios, ranuras, ondas, etc.) en la superficie de frenado (figura 1): 3 mm hacia el centro del disco a partir del final de los elementos mencionados.
- 1.2. En el caso de una superficie de frenado con elementos para aligerar el disco (orificios, ranuras, ondas, etc.) con una distancia desde el diámetro interior del disco inferior a 5 mm (véase la figura 2): diámetro del rebajo del disco de freno.
- 1.3. En el caso de una superficie de frenado con elementos para aligerar el disco (orificios, ranuras, ondas, etc.) que terminan, del lado interior, fuera del rebajo interior del disco (figura 3): diámetro del rebajo interior del disco de freno.
- 1.4. En todos los demás casos: diámetro interno definido por la anchura radial del mayor cojinete combinable, al que hay que añadir 3 mm (figura 4).

Figura 1

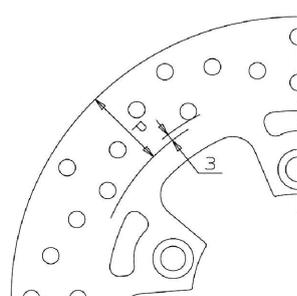


Figura 2

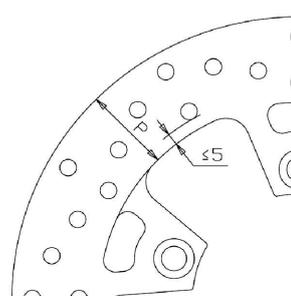


Figura 3

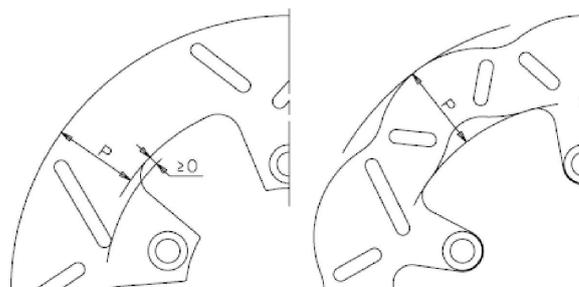
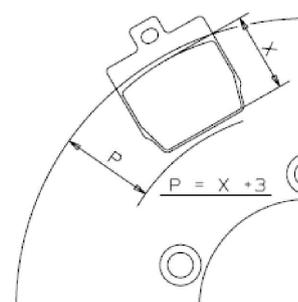


Figura 4



## 2. GRUPOS DE DISCOS

Se entiende por «grupo de discos» una agrupación de discos similares, de modo que los ensayos llevados a cabo en un solo disco se consideran válidos para todo el grupo de discos similares.

Los discos pertenecientes al mismo grupo deben tener las siguientes características, tal como se indica en los puntos 2.1 a 2.9.

Para un determinado grupo de discos, los ensayos de homologación podrán efectuarse en un disco perteneciente al grupo, sometido al par de frenado más elevado y a la máxima energía que debe absorber.

La similitud de los discos viene definida por los siguientes criterios de agrupación, que deberán reunirse simultáneamente:

- 2.1. Mismo tipo de disco de referencia para dicho grupo (monobloque, compuesto de elementos fijados entre sí o flotante).
- 2.2. El material de la superficie de frenado debe ser elegido de entre los enumerados en el punto 5.3.3.2.2; podrán emplearse otros materiales siempre que, en el marco de la homologación, se declare que se ha demostrado que ofrecen los mismos resultados de ensayo con arreglo al punto 8. En este caso, la extensión afecta a todos los grupos enumerados en el cuadro 3 con dimensiones iguales o inferiores a aquellas con las que se ha realizado la demostración.

- 2.3. Aligeramiento de la superficie de frenado: se permite cualquier solución (orificios, ranuras, ondas, etc.) siempre que:
- 2.3.1. en el caso de los discos que tengan el mismo diámetro y grosor: la variación de la masa de la superficie de frenado en las que se frotran los cojinetes se sitúen dentro del intervalo de  $\pm 20\%$  con respecto al disco de referencia.
- 2.3.2. En todos los demás casos: la relación entre el área de superficie de frenado del disco, tal como se define en el punto 4, y el área del aligeramiento (suma del área de los orificios, las ranuras, etc.) debe ser igual a la del disco de referencia, con una tolerancia de  $-20\%$ , como máximo.

Ejemplos:

Disco de referencia R,  $\varnothing 300$  mm:

Diámetro exterior 300 mm, anchura radial de la superficie de frenado 36,5 mm  $\geq$  área total A = 302 cm<sup>2</sup>

Aligeramiento de la superficie de frenado: 64 agujeros de 7 mm de diámetro  $\geq$  área total

B = 24,6 cm<sup>2</sup>

relación A/B = 12,3

Disco S  $\varnothing 285$ :

Diámetro exterior 285 mm, anchura radial de la superficie de frenado 41 mm  $\geq$  área total A = 314 cm<sup>2</sup>

Aligeramiento de la superficie de frenado: 60 agujeros de 7 mm de diámetro  $\geq$  área total

B = 23 cm<sup>2</sup>

relación A/B = 13,7

El disco S puede pertenecer al mismo grupo que el disco de referencia R, ya que la relación de 13,7 es mayor que la relación de 12 del disco R.

Disco T  $\varnothing 260$ :

Diámetro exterior 260 mm, anchura radial de la superficie de frenado 29 mm  $\geq$  área total A = 210 cm<sup>2</sup>

Aligeramiento de la superficie de frenado: 64 agujeros de 7 mm de diámetro  $\geq$  área total

B = 24,6 cm<sup>2</sup>

relación A/B = 8,5

El disco T no puede pertenecer al mismo grupo que el disco de referencia R, ya que la relación de 8,5  $- 31\%$  con respecto a la relación de 12,3 del disco R, por lo que supera la tolerancia especificada de  $-20\%$  como máximo.

- 2.4. En el caso de la campana, mismo material y mismas propiedades mecánicas, tal como se especifican en la norma internacional relativa a los materiales, o superior.
- En el caso de un disco con una campana de acero, comparado con el disco sometido a ensayo con la campana de aluminio, se autoriza la excepción a la norma de pertenecer al mismo grupo; no se autoriza la excepción en sentido inverso.
- 2.5. En el caso de los elementos de fijación campana/superficie de frenado, el mismo material y las mismas propiedades mecánicas, tal como se especifican en la norma internacional relativa a los materiales, o superior.
- 2.6. Los radios de la campana con una relación lleno/vacío —medida sobre la circunferencia media entre el final de la cara de montaje y el comienzo de la superficie de frenado— dentro del intervalo de  $\pm 20\%$ , el grosor dentro del intervalo  $+30\%$  y  $-10\%$  y las mismas propiedades mecánicas, tal como se especifican en la norma internacional relativa a los materiales, con respecto al disco de referencia.
- 2.7. La misma solución técnica para los elementos de fijación campana-superficie de frenado (mismo dibujo y mismos materiales; en cuanto a la cantidad de elementos de fijación campana-superficie de frenado, se autoriza la misma cantidad con una tolerancia de  $+2-0$ ).
- 2.8. La cantidad de agujeros de fijación no es vinculante para la pertenencia a un grupo, con el fin de garantizar la intercambiabilidad con el disco de origen.

2.9. Diámetro exterior incluido en el rango de 50 mm, de acuerdo con el cuadro 2.9:

Cuadro A15/2.9

Rango [mm]	Monoblo-que	Compuesto de elementos fijados entre sí	Discos flotantes
$\geq 150 < 200$	X	X	X
$\geq 200 < 250$	X	X	X
$\geq 250 < 300$	X	X	X
$\geq 300 < 350$	X	X	X

No hay grupos para los discos «periféricos» (instalados en el diámetro exterior de la rueda).

*Nota:*

En el caso de una nueva solicitud que vaya a ser incluida en un grupo existente, se autoriza un incremento del 10 % del valor máximo de la energía cinética con respecto al valor utilizado para la homologación del disco del grupo de referencia.

Los datos para el nuevo cálculo de la energía cinética deberán provenir de la ficha técnica del producto expedida por el fabricante del vehículo.

En el caso de discos con aplicaciones en ambas ruedas, delantera y trasera, los ensayos de homologación del punto 8 deberán realizarse con la aplicación más intensa.